DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

DTU Bibliotek Danmarks Tekniske Universitet | Anker Engelunds Vej 1 2800 Kgs. Lyngby | Tlf. 45 25 72 50 | bibliotek@dtu.dk www.bibliotek.dtu.dk

621.2 W

621.23-24
gl.

621.2 W
Nr 125
Dansk Ingeniørforenings Bogsamling.

Kortfattet Fremstilling

af

Hovedreglerne for

Benyttelsen af Vandkraft,

nærmest med Hensyn til

de i Danmark indtræffende Forhold,

af

J. Wilkens.

Med 14 Træsnit, skaarne af A. Kittendorf.

(Af Industriforeningens Qvartalsberetninger, 8. Aargang.)

POLYTEKNISK LÆREANSTALT
Teknisk Bibliotek

KJÖBENHAVN.

Trykt paa den kgl. militaire Höjskoles Bekostning

hos J. D. Qvist.

1851.

125

Det er Enhver bekjendt, hvilke Fremskridt Industrien med stedse stigende Hastighed har gjort i vort Aarhundrede: Tusinde Arbejder, der fra Arilds Tid ere udförte af Menneskehænder, ved Hjælp af meget simple Redskaber, ere efterhaanden overdragne til Maskiner; disse ere blevne forældede og aflöste af andre, der leverede det samme Arbejde hurtigere, billigere og bedre end hine; kun hvor Maskinerne endnu ikke have aflöst Haandarbejdet, er en til det Yderste dreven Deling af Arbejdet, hvorved Mennesket gjöres til Maskine, indfört som interimistisk Foranstaltning. I denne Udvikling er Danmark ogsaa kommen med, skjöndt langt bag efter de Lande, som have viist os Vejen. Det er naturligviis Fölgen af mangehaande Forhold og Indflydelser, at vi befinde os paa den angivne Plads med Hensyn til de industrielle Fremskridt: Nationalkarakteren, Landets Beskaffenhed, ringe Udstrækning og Beliggenhed o. fl.; men det vilde maaskee udgaae som Resultatet af en omhyggelig og alsidig Undersögelse af Spörgsmaalet, at Danmark er godt tjent netop med denne Plads — at vi, ved at blive endnu længere tilbage, vilde komme i altfor stor Afhængighed af den udenlandske Industri, saa at vi i rolige Tider fik en slettere Handelsbalance og i de urolige kunde komme i stor Forlegenhed, medens vor Industri dog nu staaer paa et saadant Punkt, at den vil kunne skaffe os Alt, hvad vi nödvendigt behöve, forudsat at vi kunne faae tilfört de Raamaterialier, som Naturen har negtet os — at vi endeligen ved at have udviklet vor Industri til et betydeligt större Omfang og i et langt mere storartet Tilsnit, end nu er Tilfældet, vilde ikke blot have unddraget Landets naturligste Velstandskilde, Agerdyrkningen, flere Kræfter, men tillige have udsat os for det Tryk og de Rystelser, som Rigdommenes Ophoben paa enkelte Hænder andetsteds have fört med sig, og som vi, Gud være lovet, kun have lært at kjende i meget formindsket Maalestok.

Men om nu end Mange maaskee ville være uenige med mig i den ovenfor paapegede Anskuelse, som jeg har fremsat med saa stor Forsigtighed, mindre fordi jeg tvivler om dens Rigtighed, end fordi jeg erkjender Vanskeligheden af at före et fyldestgjörende Beviis for den, saa ere dog vel omtrent Alle enige i, at vor Industri hverken tör eller bör blive staaende, medens Englands, Frankrigs og Tydsklands Industri gjöre Kæmpeskridt fremad, og at den, stadigt tagende Hensyn til Landets Fornödenheder, fortrinsviis bör baseres paa Landets egne Kræfter, ikke blot saaledes, at den skal söge at bringe Landets raae Materialier i Handelen i en, saavidt muligt, forædlet Tilstand, men ogsaa i den Henseende, at den saa lidt som muligt skal behöve uforstyrret Kommunikation med Udlandet, for at blive forsynet med Betingelserne for sin Existens. Vistnok ere Nationernes gjensidige Handelsforhold og övrige Berörelser af störste Vigtighed for Udviklingen af det reent Menneskelige; men der er for Tiden ikke den ringeste Fare for en kinesisk Afsluttelse og deraf fölgende eensidig Udvikling enten hos os eller nogen anden Nation paa ligesaa höjt Culturtrin, og vi kunne tröstigt udvikle Industrien, med Hensynet til den störst mulige Uafhængighed for Öje.

En særdeles vigtig Betingelse for den paa Maskiner baserede Industri er Valget af en hensigtsmæssig Bevægekraft. Hvor en Industrigreen drives i meget lille Maalestok, eller ialfald kun behöver en meget ringe Bevægekraft, kan der vel være Tale om at lade Mennesker eller Heste trække Maskiner; i det Store bliver dette altfor kostbart. Vindens Kraft er saa ustadig og saa ubeqvem i sin Anvendelse, at der heller ikke kan være Spörgsmaal om at benytte den synderligt udenfor Mölleriet, hvor ganske særegne og unaturlige Forhold ere Skyld i, at man hertillands endnu bestandigt bygger nye Vindmöller op, ligesaa fort som de gamle brænde af. Det er altsaa Vand- eller Dampkraft, man i Reglen er henviist til at benytte. Man plejer at forestille sig England som oversaaet med Dampmaskiner, hvor man kommer hen, ialfald nævnes Dampmaskinen stedse som Repræsentant for Englands Industri; men da notorisk Vand- og Dampkraften meget nær holde hinanden Stangen i dette Land, saa er det aabenbart det Interessante og det for Mange Uforstaaelige ved Dampmaskinen, det dertil knyttede Billede af noget Storartet, i grel Modsætning til Forestillingen om det Plumpe ved en gammeldags Vandmölle, der er Skyld i, at man ikke ligesaa stærkt beundrer — eller hvis man er af en anden Mening, skjænder paa den stedse udvidede og forbedrede Brug af Vandhjul, som af Dampmaskiner. Det er netop som man hertillands anbefaler Chokolade,

ved at kalde den "Dampchokolade", medens man kan være overbeviist om, at en Fabrikant, der drev Cacaomöller med et Vandhjul, aldrig vilde anbefale sine Varer som "Vandchokolade".

Anstille vi nu en Sammenligning imellem England og Danmark med Hensyn til Benyttelsen af de to nævnte Naturkræfter, saa maa det först erindres, at England producerer Steenkul, Danmark ikke; i rolige Tider ere imidlertid Steenkullene meget billige i Danmark, ja visse Steder i England skulle de endog være dyrere end her. God Törv kan naturligviis meget vel bruges under en Dampkjedel; men da den ikke taaler lang Transport, er den paa mange Steder dyr, ligesom den er besværlig baade at opbevare og at bruge. Da Ildstedet skal være meget större til Törv end til Steenkul, kan man ikke uden betydeligt Tab bruge disse to Slags Brændsel ifleng under samme Dampkjedel; men hvis Tilförsel af Steenkul skulde stoppe for længere Tid, vilde en Forandring af Ildstedet, der sigtede til en fremtidig Anvendelse af Törv, ikke være nogen betydelig Gjenstand. Fremdeles har England det forud for Danmark, med Hensyn til Valget af Dampkraften, at den större Kapital, der stikker i en Dampmaskine, i Sammenligning med et Vandhjul, mindre generer i et Land, der har saa store Kapitaler. Paa den anden Side maa det heller ikke lades ud af Sigte, at Klimaet i England, hvor Vinteren er saa meget mildere end i Danmark, fjerner Störstedelen af Faren for en total Afbrydelse i et Vandhjuls Gang, en Fare, som dog heller ikke her i Landet har synderligt at betyde. Resultatet af Sammenligningen turde være, at der saa langt fra er Anledning for os til at kaste Vrag paa den billige og i England særdeles meget anvendte Vandkraft, at det tværtimod maa være en af de förste Opgaver at söge den, hvor den findes, men hidtil ikke har været brugt, og overalt at benytte den med den störst mulige Ökonomi. Om der findes mange ubenyttede Vandlöb med tilstrækkeligt Fald og stadigt Vand, som man, uden at gaae Skibsfarten eller andre Interesser altfor nær, kunde tage i Brug til Bevægelsen af Vandhjul, skal jeg lade være usagt; men meget rimeligt forekommer det mig ikke, da Landet er oversaaet med Vandmöller, omtrent 1000 i Kongeriget Danmark, fordeelte paa saagodtsom alle Aaer af nogenlunde Betydenhed. Derimod er det en afgjort Sag, at Vandkraften paa de allerfleste Steder benyttes overmaade slet, saa at en særdeles betydelig Kraft, maaskee meget större end den, der nu virkelig bruges, kunde vindes alene ved Indförelsen af forbedrede Vandhjul med Tilbehör. Det er imidlertid ikke overalt, at gode Vandhjul vilde være paa rette Plads: gode Vandhjul ere saaledes forholdsviis

kostbare; men det kommer ofte mindre an paa at vinde en stor Kraft, end paa at faae den uden store Udlæg og Bekostninger. Gode Vandhjul have fremdeles en langsom og stadig Gang; men det er ofte, f. Ex. ved Vandhammere til Smedning af glödende Jern, af Vigtighed, at man öjeblikkeligen kan sætte Vandhjulet igang og atter istaa, ligesom man ikke uden Besvær kan lade Hammeren gjöre et stort Antal Slag i Minutten, naar Vandhjulet har en langsom Gang.

Det er ikke her Meningen, at give nogen udförlig Beskrivelse af alle de forskjellige Vandhjul og andre Modtagere for Vandkraft, eller endog blot de vigtigste af dem; dertil vilde udfordres en Bog og ikke en Afhandling paa nogle faa Blade. Endnu mindre kan her være Spörgsmaal om at give detaillerede Regler for deres Construktion; de vilde interessere de Færreste af Qvartalsberetningernes Læsere, være uforstaaelige for Mange og, naar de skulle tage Hensyn til alle de forskjellige Omstændigheder, der burde have Indflydelse paa dem, blive meget vidtlöftige. Derimod har jeg troet, at det kunde interessere mangen Læser at blive nogenlunde orienteret med Hensyn til de forskjellige Arter af Vandhjul o. desl., deres karakteristiske Udseende og Anvendelighed. Korthed og Anskuelighed maae her være Hovedsagen; men de kunne ikke vel naaes, uden at opoffre Noget af Korrektheden, hvilket jeg maa bemærke med Hensyn til saadanne Læsere, som maatte være tilböjelige til at vurdere nærværende fordringsfrie Afhandling efter en Maalestok, som ikke passer for den.

Den overvejende vigtigste Klasse af Modtagere for Vandkraft, og den hertillands næsten alene brugte er de

Vertikale Vandhjul,

med liggende Axel, ogsaa kaldet slethen Vandhjul, fordi de endnu for 15 Aar siden vare de eneste Vandhjul, man kjendte. De vertikale Vandhjul have, trods alle Forskjelligheder med Hensyn til Materiale, Konstruktion og Virkemaade, Det fælles, at de paa den ydre Periferi ere forsynede med en Mængde ganske eens og i ligestor Afstand anbragte saakaldte Skovler, mod hvilke Vandet trykker eller stöder. Disse kunne imidlertid anbringes paa to forskjellige Maader: naar Skovlerne rage saaledes ud over Hjulkrandsen, at de ligesom danne Straalerne paa en Stjerne, kaldes Vandhjulet et Laphjul (Figg. 1 og 3); ere Skovlene derimod indesluttede imellem to, eller ved over 4 Alen brede Hjul tre Ringe af fladt Træ (Fig. 4) eller Jern (Figg. 2, 5 og 6), saa kaldes det Ringhjul, ogsaa Cellehjul, da Skovlerne og

Ringene i Forening danne Celler for Vandet. Som Figurerne vise, forekommer der Skovler af temmelig forskjellige Former og Stillinger, forskjellige Konstruktörer fölge i den Henseende forskjellige Regler; men i det Hele bruges Skovlerne stedse mere böjede tilbage imod Vandet, jo höjere Vandfaldet er, saavel i og for sig som i Forhold til Hjulets Radius. Ved det i Fig. 2 afbildede ponceletske Hjul har Faldet dog ikke nogen Indflydelse paa Skovlernes Form. Lige Skovler kunne anbringes baade i Laphjul og i Ringhjul, krumme og brækkede Skovler kun i Ringhjul. De krumme og de brækkede Skovler svare til hinanden, saaledes at Skovler, som man ikke vil have lige, gjöres krumme, naar de skulle være af Jernblik (see Figg. 2 og 5), brækkede, naar de skulle være af Træ (see Figg. 4 og 6). Vandhjulets Brede er naturligviis af stor Vigtighed: Hvor man har en bestemt Vandmasse at raade over, faaer man idethele den bedste Virkning, ved at benytte et Hjul med en smal Krands, som er saa bredt, at det kan tage hele den disponible Vandmængde, uden at Cellerne eller Rummene imellem Skovlerne fyldes altfor stærkt; vilde Hjulet paa den Maade blive altfor bredt, saa at det blev meget tungt og kostbart, eller vel endog vanskeligt at bygge, saa foretrækker man deels at gjöre Krandsene bredere, deels at fylde dem stærkere. Skovlerne staae gjerne 12—15 Tommer fra hinanden, længst naar Krandsen er bred, og naar man bruger Træskovler, der optage endeel Plads for Vandet.

De forskjellige vertikale Vandhjul, der benyttes under givne Omstændigheder, ere: Strömhjul, Underfaldshjul, ponceletske Hjul, Brysthjul (eller Brystfaldshjul) og Overfaldshjul; de to sidstnævnte Klasser Hjul deles atter tilsammen i fem Slags.

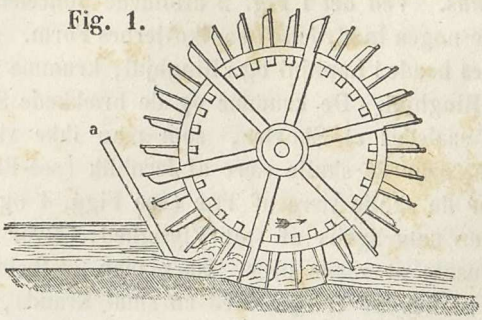
Strömhjul.

Mangengang er der ikke Tale om at benytte nogen bestemt begrændset Vandmasse med givet Fald, men derimod om at opfange den fornödne Bevægelse af en overflödigt stor Vandström, der i Reglen bevæger sig med en ringe Hastighed; Vandhjulet förer i dette Tilfælde Navn af Strömhjul. Denne Opgave stilles ikke let her i Landet, men vel paa saadanne Steder, hvor en större Flod eller en regelmæssig og stærk Ebbe og Flod haves til Disposition; det förste af disse Tilfælde er naturligviis det heldigste, da man ved Ebbe og Flod maa være belavet paa at kunne benytte Strömmens Bevægelses saavel i den ene som i den anden Retning, og desuden maa savne al Bevægelse 4 Gange i Dögnet til stedse foranderlige Tider, naar Strömmen skal til at vende sig. Paa Grund af den, som oftest

meget foranderlige Vandstand, anbringer man gjerne hele Möllen &c. paa een Pram med et Vandhjul paa hver sin Side, eller paa to med et Hjul imellem begge Pramme.

Underfaldshjul.

Fig. 1.

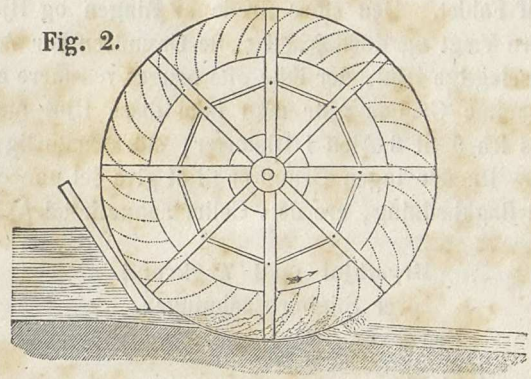


Ved dette, som ved alle de fölgende Vandhjul, benytter man en Kilde, Bæk eller Aa, hvis Vandföring man söger at faae en bestemt Mening om; Vandet indesluttes foran Hjulet i en Rende og ledes derved hen paa den Deel af Periferien, hvor det er bestemt at skulle virke. Dog kan man ved en Sluse, det saakaldte Stigbord, lukke og mere eller mindre aabne for Vandet, eftersom Hjulet skal staae, eller det skal gaae med en större eller mindre Last. Ved Underfaldshjulet er Vandet kun lidt opdæmmet, idethöjeste til et Par Fod over Vandspejlet i Undergraven; ved Trykket af det opdæmmede Vand vil en Straale presses frem under den nederste Kant af det optrukne Stigbord a, træffe Hjulets Skovler nær ved deres nederste Stilling og, uden synderlig Afbrydelse i sin Retning, fortsætte sit Löb. Disse Hjul give ikke nogen stor Effekt i Forhold til Vandmassens saakaldte levende Kraft; men de kunne bygges for ret godt Kjöb. For at beholde denne Fordeel, gjör man ikke Hjulet ret stort (f. Ex. 6 Alen i Diameter) og naaer derved tillige den Fordeel, at det uden Skade kan bevæge sig hurtigere rundt, og at Bevægelsen paa Grund deraf bliver lettere at forplante til Qværnene, eller hvilken anden Arbejdsmaskine, Hjulet skal drive, og som gjerne behöver en langt större Hastighed, end Vandhjulsaxlen kan faae. Det er nemlig en Regel, at Hjulets Omfangshastighed bör være knap halv saa stor som Vandströmmens, og jo mindre Radius er, desto större bliver altsaa Omdrejningshastigheden. Da Hjulet aldrig ganske maa beröre Bunden af Renden, vil der stedse gaae endeel Vand ubenyttet bort under Hjulet; men dette Tab formindskes betydeligt, ved at give Renden

en lille Fordybning i Bunden, passende til Hjulet og altsaa dannet efter et Cirkelslag fra Hjulets Centrum. Skovlerne gjöres saa brede, at idetmindste $^1/_3$ af dem staae over det optrukne Stigbords Underkant, fordi Vandet ellers vilde skylle over dem under Bevægelsen.

Poncelets Hjul.

Fig. 2.

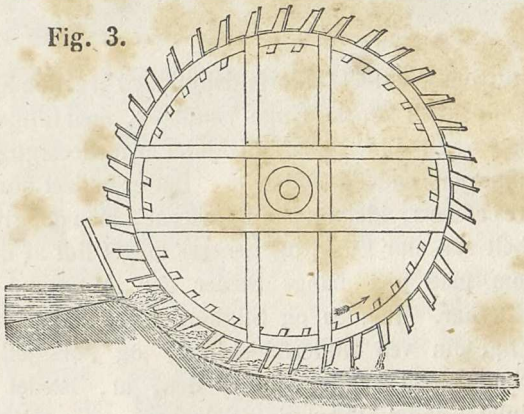


Dette Hjul, ogsaa kaldet Underfaldshjul med krumme Skovler, kan benyttes ikke blot med ganske ringe Vandtryk, men tillige med endeel höjere end det, ved hvilket Underfaldshjulet er fordeelagtigt, og det er altsaa mere almeenanvendeligt end dette. Det er endeel kostbarere, da det maa gjöres af Jern, idetmindste Skovlerne, men det giver ogsaa en næsten dobbelt saa stor Effekt og generes meget lidt af det saakaldte Bagvand, som man paa mange Steder har at kæmpe med, især Foraar og Efteraar. Renden og Stigbordet ere meget nær dannede og stillede ligesom ved Underfaldshjulet, og Forskjellen imellem Vandets Virkning paa begge Hjul er den, at, istedet for at ved Underfaldshjulet Vandet stöder paa Skovlerne og ved Tilbagestödet kommer i uordenlige Bevægelser, der medföre Tab af Kraft, saa glider den her ind i Cellerne, stiger efterhaanden opad Skovlerne, synker ned ad dem igjen og udöver, paa Grund af Skovlernes Form, saavel under Stigningen som under Synkningen, et jevnt Sidetryk paa dem i Retningen af Hjulets Periferi. Ganske kan man vistnok ikke undgaae et Stöd, især da Skovlerne, idet de passere Vandströmmen, forandre Stilling imod den; men det er ved rigtigt konstruerede Skovler meget ringe. Det maa ved disse, som ved alle andre böjede eller brækkede Skovler, erindres, at naar Skovlens Yderkant ved det *stillestaaende* Hjul löber i Retningen af Vandstraalen, saa vil Vandet træffe Skovlen paa Bagsiden, altsaa virke imod sin Bestemmelse, naar Hjulet bevæger sig; man maa fölgelig konstruere

Skovlen saa meget mindre krummet, som Forholdet imellem Vandets og Hjulets Hastighed tilsige. Dette Forhold passes saaledes, at Hjulets Omfangshastighed er lidt over det halve af Vandströmmens Hastighed. For at Vandet kan stige i Cellerne, uden at stige over, maa man gjöre Ringen halv saa stor som Vandets Faldhöjde, eller, hvis Ringen derved vilde blive meget bred, dog idetmindste en Trediedeel af Faldet. Den store Brede af Ringen og Hjulets deraf fölgende store Vægt og Kostbarhed sætte Grændsen for Anvendelsen af dette fordeelagtige Hjul, der ikke ofte bruges ved mere end 5 Fods Fald. Af samme Grunde gjör man ikke disse Hjul meget store, sædvanligviis fra 5 til 8 Alen i Diameter, störst naturligviis ved de höjeste Fald. Da der ingen Grund er til at give det ponceletske Hjul en saakaldet Bagklædning, ere dets Celler aabne imod Axlen.

Brysthjul med Trykvand
over Stigbordsaabningen.

Fig. 3.

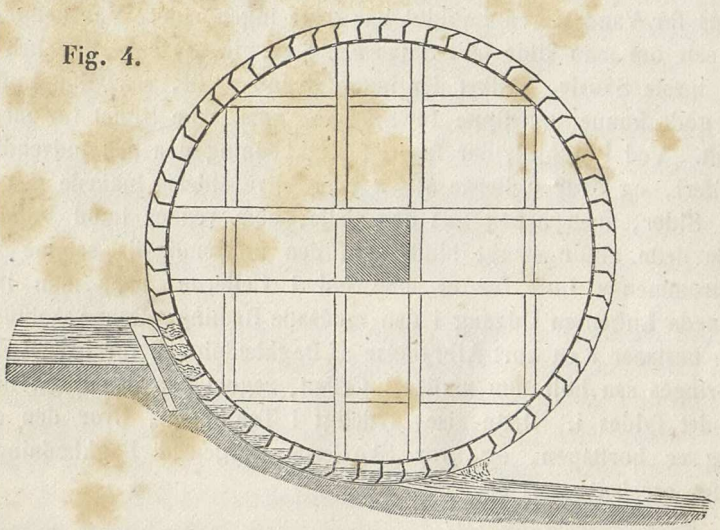


Dette Hjul slutter sig, saavel i Formen som i Anvendelsen, nærmest til Underfaldshjulet; det bruges saaledes istedetfor Poncelets Hjul, naar man ikke vil bekoste dette, og Vandtrykket er over et Par Fod. Som Tegningen viser, adskiller det sig fra Underfaldshjulet derved, at Bunden af Overgraven er rejst noget tilvejrs ved Stigbordet, og at den, efter at være krummet ned imod Hjulet, fölger dette som en Kappe til det nederste Punkt. Vandet vil ogsaa her stöde imod Hjulets Skovler, dog kun temmelig svagt, da Hjulet bör bevæge sig med en Omfangshastighed af 4—5 Fod i Sekunden, og Vandstraalen ved Sammenstödet kun bör have det Dobbelte af Hjulets Hastighed. Alt det Vandtryk, der saaledes ikke bruges til at give Vandet Fart ind paa Hjulet, virker direkte ved et Tryk paa Skovlerne.

Disse Hjul gjöres, eftersom Vandtrykket er stort til, 8—12 Alen i Gjennemsnit. I ældre Tider har man brugt dem ved större Fald, end ovenfor angivet; men især har man forseet sig, ved at lade Vandet styrte ind paa Hjulet med en altfor stor Hastighed, ligesom man har ladet dette löbe for hurtigt rundt. Vogter man sig for disse Fejl, saa er et velbygget Brysthjul med Trykvand ingenlunde at forkaste ved et moderat Vandtryk. Ofte bliver Hjulet bygget som Ringhjul, istedetfor at det i Tegningen er viist som Laphjul. Ligesom ved alle de övrige, længere hen beskrevne Brysthjul, bör hver enkelt Celle kunne tage omtrent dobbelt saa meget Vand, som der flyder paa Hjulet i den Tid, der medgaaer, fra den ene til den næste Skovle passerer det samme Punkt. For at Vandet ikke skal löbe over Skovlerne, sættes der for hver Skovle en Skjærm ved den inderste Ende. Er det et Ringhjul, saa faaer det Bagklædning og ventileres, ligesom det næste Hjul, hvor Ventileringen vil blive nærmere beskreven.

Brysthjul med Overfaldsstigbord.

Fig. 4.



Ved 3—4 Alens Vandfald forsyner man helst Brysthjulet med et Overfaldsstigbord, det vil sige et saadant, der ikke trækkes op, saa at Vandet kan presses under det, men trykkes ned, for at Vandet kan löbe ud over dets överste Kant. For at lede Vandet under en jevn Bevægelse ned paa Hjulet, er denne Kant belagt med et efter Vandets naturlige Faldlinie (Parablen) krummet Blik eller Planke. Disse Hjul ere i Reglen noget större end de foregaaende,

ikke under 3 Gange saa höje som det Vandfald, de skulle benytte; deres Omfangshastighed og den Hastighed, med hvilken Vandet falder ind paa dem, bör ogsaa her være de ovenfor angivne, nemlig 4 à 5 Fod for Hjulet og det Dobbelte for Vandet; det er altsaa nödvendigt at holde Stigbordet i nogen Afstand fra Hjulet. Det er en stor Fejl, naar Vandets Hastighed endog er mindre en Hjulets, da Skovlerne isaafald slaae imod Vandet, hvilket foranlediger et ingenlunde ubetydeligt Krafttab. Naar det ovennævnte rigtige Forhold er iagttaget, virker Vandet her, ligesom ved det ovenfor nævnte Brysthjul og ved alle de efternævnte, vertikale Vandhjul, deels ved Stöd, deels ved det af Tyngden foraarsagede Tryk; men allerede her, og saa meget mere ved de fölgende, er den sidste Virkning den overvejende vigtigste.

Man kan ofte finde disse Brysthjul byggede som Laphjul, eller som Ringhjul med lige eller næsten lige Skovler; bedre turde det dog være at böje eller brække dem, nogenlunde som ovenstaaende Tegning viser. Ved alle Vandhjul, men især hvor Skovlerne ere brækkede, maa man sörge for, at Luften kan komme ud, og give Plads for Vandet; ved Laphjul har dette ingen videre Vanskelighed, thi selv om man vilde lade Skjærmen (see Fig. 3) naae lige hen til den næste Skovle, hvilket der ingen Grund er til, saa vilde Luften ret godt kunne undslippe til Siderne, naar ikke Hjulet var meget bredt. Ved Ringhjul, der faae en Bagklædning paa den indvendige Periferi, og hvor Cellerne altsaa vilde blive aldeles lukkede paa de fem Sider, men aaben paa den sjette, som vender imod Vandet, vilde dette altfor stærkt hindres af den nödvendigviis samme Vej udströmmende Luft fra at löbe ind i Cellerne, naar man ikke aabnede Luften en Udgang i den modsatte Retning. Denne Aabning, som bestaaer i en kort Afbrydelse af Bagklædningen for hver Celle, anbringes saa höjt som muligt i Cellen, regnet paa den Side, hvor Vandet fyldes i. Dette vises tydeligt i Tegningen, hvor den ene Ring er borttagen, og hvor Skovlerne tilligemed Bagklædningen derfor ere lagte sort an.

Brysthjul med Coulisseindlöb.

Bliver Vandtrykket endnu noget höjere, f. Ex. 5—6 Alen, saa vilde et Vandhjul, der, som ovenfor angivet for Brysthjul med Overfaldsstigbord, skulde have idetmindste 3 Gange Vandets Trykhöjde til Gjennemsnit, blive temmelig stort (15—18 Alen), og man gjör derfor i dette Tilfælde vel i at lade Vandet löbe ind netop midt paa Hjulet, i lige Höjde med Axlen, hvorved Hjulet bliver dobbelt saa höjt

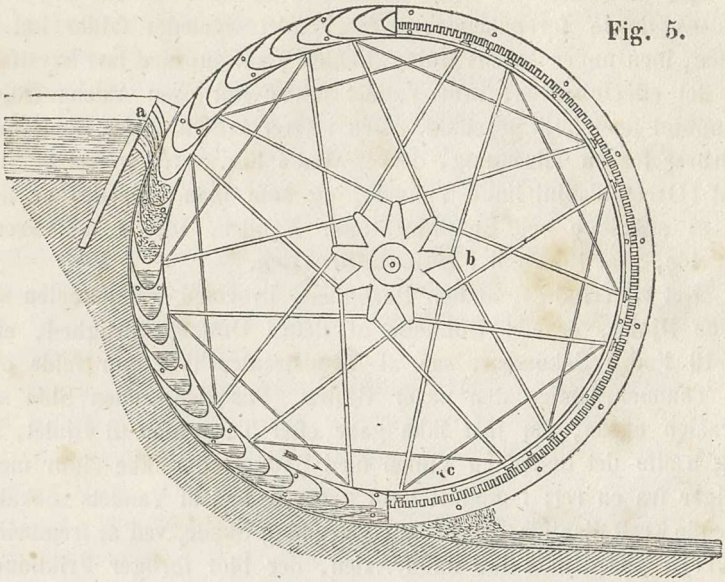
som Vandfaldet, altsaa 10—12 Alen under ovennævnte Forudsætning. Et Hjul af denne Art siges undertiden at have middel Brystfald, medens de to foregaaende, hvor Vandet ligeledes falder ind fra Siden, men under Axlens Höjde, kaldes Vandhjul med lavt Brystfald, og det efterfölgende, hvor Vandet falder ind over Axlens Höjde, Vandhjul med höjt Brystfald. Den i Overskriften valgte Benævnelse hidrörer fra en Tilsætning, der er viist i Fig. 5 ved *a* paa et Sidehjul (Overfaldshjul imod Vandet), og som man ligeledes er nödt til at anbringe ved Brysthjul, naar Vandet, som i nærværende Tilfælde, skal löbe ind i Höjde med Axlen.

Det vil erindres, at den Hastighed, hvormed Vandstraalen skal træffe Hjulet, er det Dobbelte af dettes Omfangshastighed, eller 8—10 Fod i Sekunden, saa at Vandstraalen ikke bör falde over 19 Tommer, inden den naaer Hjulet. Paa den anden Side skal Straalen ogsaa, om just ikke gaae efter Tangenten til Hjulet, saa dog træffe det under en Vinkel med Radius, der ikke altfor meget afviger fra en ret; i modsat Fald gaaer endeel af Vandets saakaldte levende Kraft tilspilde, ja foraarsager endog Skade, ved at frembringe et Tryk paa Hjulet ind imod Axlen, der blot föröger Friktionen; for at undgaae Stöd imod Skovlerne bagfra, der vilde virke imod den tilsigtede Bevægelse, blev man desuden nödt til at gjöre dem meget nær rette efter Radius; men det er ikke hensigtsmæssigt, da de saa holde mindre godt paa Vandet, der altfor let undslipper i det uundgaaelige Spillerum imellem Hjulet og Kappen. Vistnok tabes der Noget ved Vandets Styrtning ned i de dybe Celler; men dette har forholdsviis mindre at betyde, hvor det hele disponible Vandfald er saa stort.

Men en saadan Retning af Vandet, under en temmelig nær ret Vinkel med Radius, kan ikke opnaaes med 19 Tommers Fald, naar denne Radius er horizontal, eller næsten horizontal, og Vandstraalen altsaa skal have en nogenlunde vertikal Retning, med mindre man tvinger Straalen bort fra dens naturlige Retning; dertil tjener det i Fig. 5 ved *a* viste Coulisseindlöb. Fra noget over den höjeste rimelige Vandstand til noget under den laveste rimelige Stilling af Overfaldsstigbordets överste Kant er, med en Afstand af omtrent 4 Tommer i Höjden imellem hver, anbragt det fornödne Antal Blik, der alle ere jevnt krummede og ende henimod Hjulet i den Retning, som Vandstraalen skal have. Medens Stigbordet, for at fölge Tangenten til Vandets Indfaldspunkt, ved Hjulene Figg. 1—4 hælder tilbage, ved Hjulet Fig. 5 derimod fremad, staaer det ved Brysthjul med Coulisseindlöb af samme Grund lodret.

Sidehjul,

Fig. 5.



ogsaa kaldte Vandhjul med höjt Brystfald, eller Overfaldshjul imod Vandet, danne Overgangen imellem Brysthjul og egenlige Overfaldshjul (med Vandet) og adskille sig igrunden kun ved Indfaldspunktets Beliggenhed over Axlen fra Brysthjul med Coulisseindlöb.

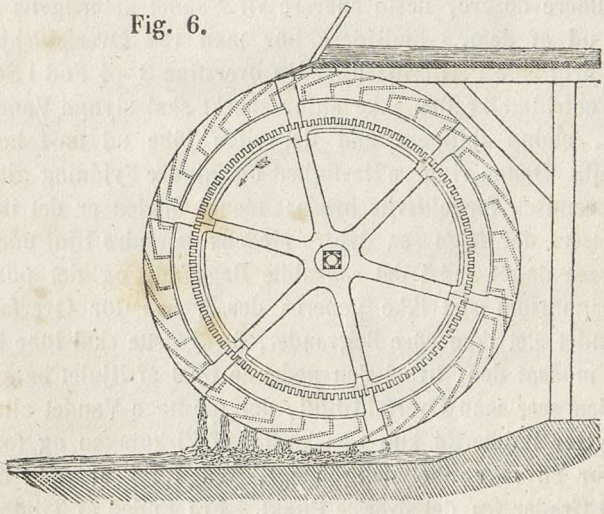
Naar Vandfaldet er 6—10 Alen, vilde et dertil hörende Brysthjul med Coulisseindlöb blive 12—20 Alen höjt; men dette er en betydelig Störrelse, og man foretrækker derfor Overfaldshjul; bygges imidlertid disse uden Kappe (see Fig. 6), saa taale Cellerne ikke at fyldes over idethöjeste halvt, da der ellers spildes altfor meget Vand, som löber for tidligt ud af Cellerne; men har man 16—20 Kubikfod Vand i Sekunden eller derover, saa skal der et overordenligt stort Hjul til at tage det, uden at Cellerne fyldes mere end halvt, især med den langsomme Bevægelse, som et Hjul uden Kappe maa have. Man gjör derfor bedst i at omgive Hjulet med en Kappe, lade det faae Brysthjulenes Hastighed af 4—5 Fod i Sekunden og fylde Cellerne $^1/_2$—$^3/_4$, ved hvilke to sidstnævnte Bestemmelser Hjulets og Krandsens Brede betydeligt reduceres; derimod kan man ikke vel gjöre Diameteren under $1^1/_2$ Gang Vandfaldet, under ovennævnte Forudsætning altsaa respektive 9 og 15 Alen, og det deels fordi Vandet ellers skulde böjes vel stærkt af fra den Retning, hvori det strömmer henimod Stigbordet, hvilket vilde være forbundet med Tab

af Kraft, deels og fortrinsviis fordi stærkt overhængende Kapper ere kostbare og vanskelige at udföre nöjagtigt.

Ligesom ved alle Brysthjul, maa der være en Bagklædning, dog saaledes at Cellerne ere ventilerede; i Afbildingen er dette viist paa en ved Jernhjul yndet og netop ved disse Hjul anbefalelsesværdig Maade: hver enkelt Celle er nemlig fortsat saaledes paa Krandsens indvendige Side, at samtlige Fortsættelser tilsammen danne en Bagklædning; Ventilationen kan paa denne Maade med Lethed anbringes saa höjt, at man undgaaer den ved disse Hjul ikke ringe Fare for, at Vandet under den stærke Bevægelse föres bag ud af Cellerne tilligemed Luften.

Overfaldshjul

Fig. 6.

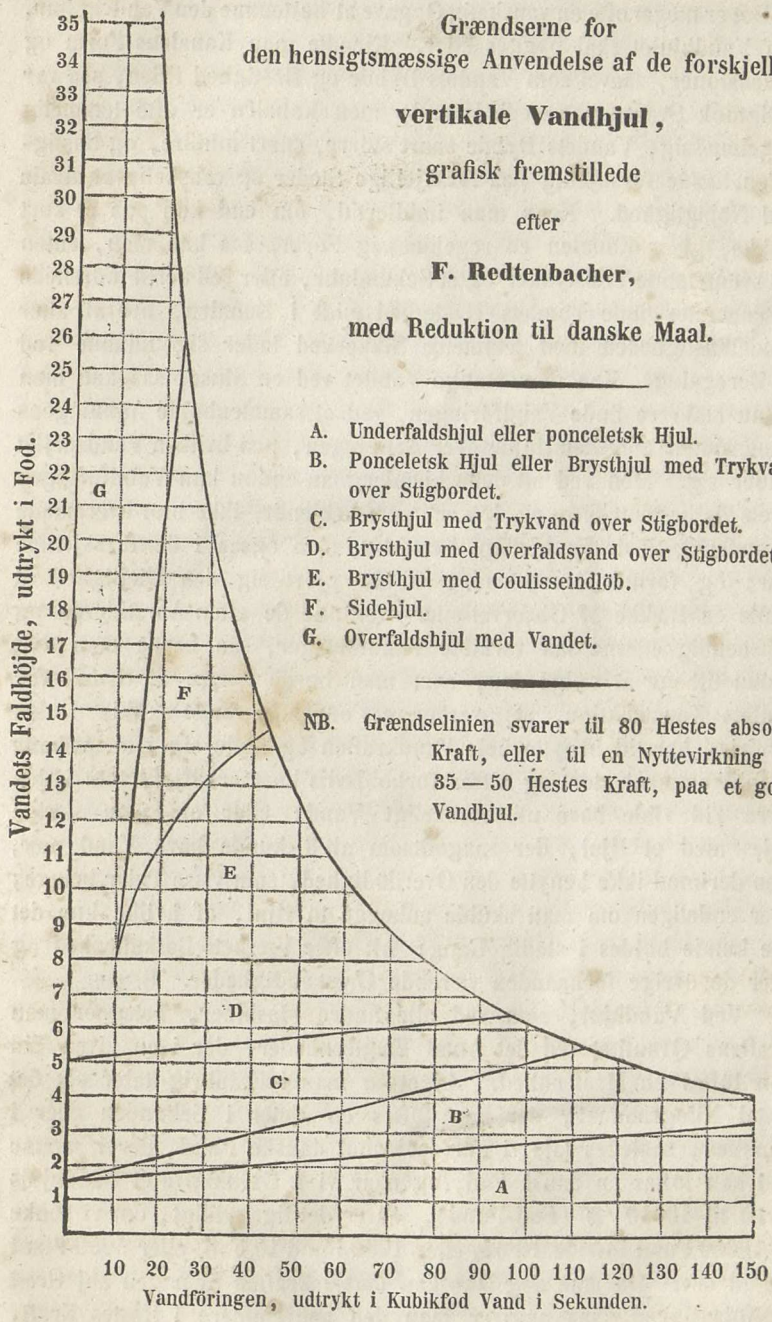


ogsaa kaldte Overfaldshjul med Vandet. De bör anvendes overalt, hvor man med et vertikalt Vandhjul vil benytte et Vandfald af omtrent 10 Alen og derover; naar Vandmassen ikke er meget betydelig, anvendes de allerede ved et Fald af 7 Alen, ja ved meget smaa Vandmasser lige ned til 5 Alen. Da man altid mister noget af Vandfaldet, baade under og især over Hjulet, for at Vandet kan opnaae den rette Hastighed, hvormed det skal löbe ind paa Hjulet, faaer det en Höjde af omtrent 18 Tommer mindre, end Vandets Fald udgjör; men foruden den Fordeel, at man behöver et mindre Hjul, har man endnu den, at det kan bygges forholdsviis billigt, fordi det ingen Kappe behöver, og netop derfor en særdeles Nöjagtighed ikke er af Vigtighed. Det finder, paa Grund af alt Dette, en udstrakt

Anvendelse, selv noget indenfor Grændserne for den rigtige Anvendelse af Sidehjul og Brysthjul med Coulisseindlöb; ja de bruges endogsaa meget almindeligt hertillands, hvor naturligviis Vandfaldet sjeldent naaer til nogen betydelig Höjde.

Med Hensyn til Konstruktionen af disse Hjul maa bemærkes, at da der ikke er nogen Kappe til at holde paa Vandet, maa man saa meget mere indrette Hjulet til selv at holde paa det. Af den Grund böjes eller brækkes Skovlerne stærkt, dog ikke mere, end at der bliver tilstrækkelig Plads for Luften til at undvige samme Vej, som Vandet trænger ind ad; det gaaer nemlig ikke an at ventilere Cellerne i disse Hjul bagved, da Vandet skal fyldes i næsten alleröverst, og det altsaa vilde löbe ud af Ventilationshullerne. Af samme Grund fylder man Cellerne ikke gjerne over $^1/_4$, og ialfald ikke over $^1/_2$; thi jo fuldere de ere, desto snarere vil Vandet naturligviis begynde at löbe ud af dem. Endvidere bör man ved Overfaldshjul uden Kappe aldrig lade Periferihastigheden overstige 3—4 Fod i Sekunden, for at Centrifugalkraften ikke altfor stærkt skal slynge Vandet ud af Cellerne, endnu tidligere end det vilde löbe ud med horizontalt Vandspejl. Denne ringere Hastighed og mindre Fyldning gjör Hjulet og Hjulkrandsen forholdsviis brede; men i Reglen er det ikke store Vandmasser, der falde saa dybt. Medens de andre Hjul uden Skade kunne gaae noget ned i det saakaldte Bagvand, og det ponceletske Hjnl saagodtsom slet ikke generes deraf, saa tör Overfaldshjulet mod Vandet slet ikke röre Bagvandet, fordi dette skal löbe bort i en Retning modsat den, hvori den nederste Deel af Hjulet bevæger sig. Undertiden seer man Overfaldshjul, der modtage Vandet alleröverst; man opgiver imidlertid kun ganske lidt af Virkningen og forskaaner Hjulet for en ikke ubetydelig Vægt, ved först at lade det falde f. Ex. 20 Grader fra det överste Punkt. Fra Enden af Tillöbsrenden, hvor Stigbordet findes, leder man Vandet ned paa Hjulet med en krum Tud, hvis Retning yderst bestemmes ved Retningen af Skovlernes yderste Deel (Forskuffen) og Forholdet imellem Vandets og Hjulets Hastighed.

Ovenfor er der i Forbigaaende omtrent angivet, under hvilke Omstændigheder de forskjellige Slags Vandhjul bör anvendes; til nærmere at betegne de naturligviis noget vilkaarlige Grændser imellem dem og vise, hvilken Rolle ikke blot Höjden af Vandfaldet, men ogsaa den disponible Vandmængde spiller ved Valget af Hjulet, tjener den paa næste Side aftrykte Figur.



Grændserne for
den hensigtsmæssige Anvendelse af de forskjellige

vertikale Vandhjul,

grafisk fremstillede

efter

F. Redtenbacher,

med Reduktion til danske Maal.

A. Underfaldshjul eller ponceletsk Hjul.
B. Ponceletsk Hjul eller Brysthjul med Trykvand over Stigbordet.
C. Brysthjul med Trykvand over Stigbordet.
D. Brysthjul med Overfaldsvand over Stigbordet.
E. Brysthjul med Coulisseindlöb.
F. Sidehjul.
G. Overfaldshjul med Vandet.

NB. Grændselinien svarer til 80 Hestes absolut Kraft, eller til en Nyttevirkning af 35 — 50 Hestes Kraft, paa et godt Vandhjul.

Det er meget ofte en vanskelig Opgave at bestemme den Vandrigdom, som Vandhjulet skal bygges efter. Kjendte man Kanalens Form og Dimensioner, saavel som Vandets Dybde og Hastighed i den, saa var rigtigtnok Svaret paa rede Haand; men Kanalen er ofte temmelig uregelmæssig, Vandets Dybde snart större, snart mindre, og Hastigheden baade forskjellig paa forskjellige Steder og vanskelig at maale med Nöjagtighed. Naar man imidlertid, om end kun paa et kort Stykke, giver Kanalen en regelmæssig Form, saa kan man, enten ved svömmende Træstykker og et Sekunduhr, eller ved dertil indrettede Instrumenter finde Vandets Hastighed midt i Kanalen, hvoraf atter Middelhastigheden med temmelig Sikkerhed lader sig udfinde ved en Beregning. Kan man stoppe Vandet ved en Sluse, saa kan man endnu sikkrere finde Vandföringen, ved at sammenholde Aabningens Dimensioner med den Höjde over Aabningen, paa hvilken Vandspejlet holder sig. Men ved alt dette kjender man endnu kun Vandföringen til en vis bestemt Tid, og den er, som bekjendt, ikke blot overmaade foranderlig til de forskjellige Aarstider, men ogsaa i de forskjellige Aar; og forudsat man endogsaa har gjort sig den Ulejlighed at samle en Række af Observationer over alle de efter Aarstiderne og Omstændighederne saa variable Vandföringer, saa havde man dog endnu tilbage at vælge den, som man burde lægge til Grund for Hjulets Konstruktion, at overlægge, om man helst skulde i den vandrige Aarstid benytte hele Vandkraften og finde sig i at anskaffe et fuldkomment stort og altsaa forholdsviis kostbart Hjul, som i den törre Tid vilde have utilstrækkeligt Vand; eller om man skulde nöjes med et Hjul, der saagodtsom altid kunde have Vand nok, men derimod ikke benytte den Overflödighed, som visse Tider bringe; eller endeligen om man skulde anlægge to Hjul, af hvilke kun det ene kunde holdes i stadig Gang: Alt efter Værkets Beskaffenhed og efter de övrige forhaanden værende Omstændigheder.

Ved Vandhjul, som ved alle andre Maskiner, betegner man Kraftens Qvantitet ved det Antal Vægteenheder, der i en given Tid kan löftes en Maaleenhed. Ligesom man i Frankrig taler om det Antal Kilogrammer, der kan löftes en Meter i Sekunden eller i Minutten, saaledes tale vi om det Antal danske Pund, der i samme Tid kan löftes en dansk Fod, og naar vi f. Ex. angive et Vandhjuls Kraft til 10000 ′℔ (Fod-Pund), saa er det ligegyldigt, om vi tænke os 10000 Pund löftede 1 Fod, eller 1000 Pund 10 Fod, eller 5000 Pund 2 Fod osv. Da man dog ikke kan maale Kraften til nogen hoj Grad af Nöjagtighed, saa angiver man den beqvemmere i Hestes Kraft, sædvanligst beregnede til 480 ′℔ i Sekunden, hvilket svarer temmelig

nöje saavel til Franskmændenes 75 Kilogram-Meter, som til Englændernes 550 engelske ℔ pr. Hestekraft, men er rigtigtnok betydeligt mere, end en god Arbejdshest virkelig præsterer.

Der maa forövrigt vel gjöres Forskjel paa den saakaldte absolute Kraft og Nyttevirkningen. Den absolute Kraft er den hele i den benyttede Vandmasse med et givet Fald boende Kraft; Nyttevirkningen er den absolute Kraft med Fradrag af de Krafttab, der hidröre fra Vand, som undslipper Hjulet, fra Friktion i Axlen, fra Modstand af Bagvandet osv., kort den Kraft, som man fra Vandhjulet har at transportere videre. Da "Nyttevirkningen" ikke heel og holden kommer til Nytte, idet Arbejdsorganet ikke umiddelbart kan sættes i Bevægelse af Vandhjulet, men der endnu tabes en heel Deel Kraft i de Axler, Hjul osv., som ligge imellem begge, kunde man maaskee mere betegnende kalde den absolute Kraft: Vandhjulets eller Vandfaldets Bruttokraft, Nyttevirkningen: Vandhjulets Nettokraft; Tabet af Kraft, eller Forskjellen imellem begge, blev da den fra Vandhjulets Ufuldkommenheder hidrörende Thara. Denne Thara kan ved gunstige Omstændigheder og en god Konstruktion af Hjulet reduceres betydeligt, men bliver dog altid stor nok. Saalænge Vandfaldet ikke bliver overdrevent höjt, eller igrnnden for höjt til med Fordeel at benyttes med et vertikalt Vandhjul, er idethele taget Vandhjulets "Effekt", det er Forholdet imellem Nyttevirkningen og den absolute Kraft, större, jo höjere Faldet er; dog maa herved bemærkes: at ogsaa Vandmængden kommer i Betragtning, forsaavidt som det samme Hjul giver bedre Effekt med en mindre end med en större Fylding; at en nöjagtig Udförelse især af et Vandhjul med Kappe er af stor Vigtighed, og Effekten af Jernhjul derfor större end af Træhjul, at endeligen det ponceletske Hjul har en meget större Effekt end noget andet Hjul, der benytter Vandfald af lignende Höjde. Ved nöjagtige og gjentagne Maalninger har man sögt at komme paa det Rene angaaende forskjellige Vandhjuls Nyttevirkning; ifölge disse og Beregningerne over den benyttede Vandmasse, kan man nogenlunde gjöre Regning paa följende Effekt af velkonstruerede Vandhjul: Underfaldshjul 30—35 pCt., Brysthjul med Trykvand 40—50 pCt., Brysthjul med Overfaldsstigbord 60—65 pCt., Brysthjul med Coulisseindlöb 65—70 pCt., Sidehjul og Overfaldshjul omtrent 70 pCt., ponceletske Hjul 50—65 pCt., saaledes at de ved 3—4 Fods Fald give störst Effekt. Antage vi saaledes, at Underfaldshjulet Fig. 1 modtager 60 Kubikfod Vand i Sekunden à 62 Pund med et Fald af 2 Fod, og at det giver 33 pCt. Effekt, saa er den absolute Kraft $15^1/_2$ og Nyttevirkningen 5 Hestes Kraft. Modtager Brysthjulet Fig. 4 10

Kubikfod Vand i Sekunden med 7 Fods Fald, og er Effekten 60 pCt., saa er den absolute Kraft 9 og Nyttevirkningen $5^1/_2$ Hestes Kraft. Antages Sidehjulet Fig. 5 at modtage 20 Kubikfod Vand med 16 Fods Fald, og at dets Effekt er 69 pCt., saa er Vandfaldets absolute Kraft $41^1/_3$, og Vandhjulets Nyttevirkning $28^1/_2$ Hestes Kraft. Det sidstnævnte Hjul er allerede et meget stærkt Vandhjul, og over 80 Hestes absolut Kraft, der i Figuren paa Side 16 er angivet som Grændse, benytter man ikke let med eet Vandhjul; det vilde nemlig være forbundet med betydelige konstruktive Vanskeligheder.

Saalænge Vandhjulene kun have en middelmaadig Kraft, indtil 10—12 Hestes Nyttevirkning, forplanter man den beqvemmest og bedst igjennem Axlen til et Tandhjul, der sidder yderst paa Samme inde i Værket; den Deel af Axlen, som ligger imellem Vandhjulet og det nævnte Tandhjul, maa i dette Tilfælde være stærkt nok til at modstaae Vridningen af hele den paa Hjulet virkende Vandkraft. Er Kraften betydelig, saa forudsætter dette imidlertid en meget tyk Axel, der ikke taaler at svækkes synderligt i Tappen (Sölen), fordi Kraften ogsaa skal transporteres igjennem den. Men deraf opstaaer Ubeqvemmeligheder, navnligen stor Friktion, og man foretrækker derfor at anbringe enten paa en af Ringene (Fig. 5) eller paa Armene i eet af Armsystemerne (Fig. 6), der svare til Ringene, en Tandkrands, der tilligemed Hjulets Arme danner et fuldstændigt Tandhjul. Selve Tapperne have da kun at bære Vandhjulets og Vandets Vægt, og det frembyder ingen Vanskeligheder at gjöre Axlen imellem Armsystemerne tyk og stærk nok til at modstaae Vridningen, helst da denne ikke er saa stærk, men med 2 Systemer kun $^1/_2$, med 3 kun $^2/_3$ af den, der ved den förstnævnte Transport af Kraften vilde falde paa den.

Vandkraften frembyder sig naturligviis sjeldent, og hertillands aldrig som et egenligt Fald af en bestemt Höjde. Man har en Bæk eller Aa, hvis Löb man er berettiget til at standse, hvis Vand man har Ret til at opdæmme, ja som man vel endog kan give et mere brat Aflöb, ved at forandre dens Retning. Naar man har bestemt sig for Stedet, hvor man vil lægge Vandhjulet, skaffer man Faldet tilveje, deels ved at opdæmme Vandet ovenfor dette Sted med en Overfaldsdæmning (en Vold tværs over Aalöbet) og en Sluse derover, deels og fortrinsviis ved en Udgravning nedenfor Samme. Undergraven er gjerne længst, fordi den koster mindre Anskaffelse og Vedligeholdelse og desuden ikke saa let fryser til om Vinteren. Saavel Over- som Undergraven maa man give det fornödne Fald, for at Vandet kan löbe raskt til og fra Hjulet; dette beregnes efter Vand-

föringen og den Hastighed, man tör give Vandet i Graven, eftersom denne er af Leer, Sand, Steen osv., eller med andre Ord efter Vandmassen og Gravens Dimensioner; men det er i alle Tilfælde meget ringe. Etsteds ovenfor Hjulet, helst saa nær som muligt ved dette, anlægges, om muligt, en Mölledam, for at man ikke skal nödes til at spilde Noget af Vandet, saasnart som Hjulet standses et Öjeblik. Til synderlig lang Tid vil man imidlertid ikke have Plads i nogen egenlig Dam, hvilket kan sees deraf, at naar Mölledammen er 4 Tdr. Land og Faldet 6 Fod, saa vil et Vandhjul med 12 Hestes absolut Kraft, naar der intet Tillöb er til Dammen, i Löbet af to Timer bringe Vandet til at synke $^1/_2$ Fod, hvorved paa samme Tid Hjulets absolute Kraft efterhaanden synker ned til 11 Hestes.

Henimod Stigbordet, som er 4 Tommer smallere end Hjulet, indknibes Overgraven til Stigbordets Brede. Ved et stærkere Fald (Figg. 1 og 2), eller endog ved en stærk Afrunding af den Kant odl., som Vandet löber over (Figg. 3—6) giver man det Fart ind imod Hjulet; ligeledes sörger man for raskt Aflöb af Bagvandet, enten ved et pludseligt Nedfald af nogle faa Tommer lige midt under Hjulet, eller bedre ved at gjöre Undergraven, nærmest ved Hjulet, dygtigt stejl i Bunden. Stigbordet maa være saa tæt som muligt og let at aabne og lukke; det bör derfor være af Jern og enten contrabalanceret eller ialfald til at bevæge meget langsomt. Ikke sjeldent gjör man Stigbordet krumt efter et Cirkelslag om Hjulets Centrum; dette seer godt ud, men er dyrt uden væsenlig Fordeel. Man har forsögt at benytte Centrifugalregulatoren (det koniske Pendel), som anvendes med stor Nytte ved de allerfleste Dampmaskiner, til at holde Vandhjul i stadig Gang, ved at rette Stigbordets Stilling efter Hastigheden. Almindeligt er det dog langtfra ikke blevet, og det af forskjellige Grunde: deels frembyder Bevægelsen af et ofte 4—6 Alen bredt Stigbord ved Hjælp af den nævnte Regulator store praktiske Vanskeligheder, deels er det ikke i alle Möller og Fabriker ubetinget det Rigtigste, at Vandhjulet gaaer med en uforandret Hastighed; hyppigt kan det være bedre, i Tilfælde af Vandmangel, at lade Hjulet gaae stadigt med en noget forringet Hastighed, end at lade det staae hver Dag nogle Timer, for at det de andre kan gaae med den bestemte Hastighed; endnu oftere kan det, naar der findes Overflödighed af Vand, være fordeelagtigere at lade Hjulet gaae med föröget Hastighed, end at spilde endeel af Vandet.

Ved Hjul, som omgives af en Kappe, er dennes nöjagtige Udförelse og varige Konstruktion af den allerstörste Vigtighed. Bedst er det vel at opmure den, ved Hjælp af Cement, af store hugne

Steen. Ogsaa har man saavel heelt stöbte Jernkapper, som Kapper af smalle Træstaver, der ligge parallelt med Vandhjulets Axel og ere samlede for begge Ender med Buer af Stöbejern eller Tömmer; ved brede Hjul har man, for ikke at faae disse Staver for lange, istedetfor 2 Buer og 1 Længde af Staver, 3 Buer og 2 Stavelængder osv. Bag höje Kapper af Træ eller Jern bör der være et huult Rum med en Pompe, for at ikke indsivende Vand skal presse Kappen ud. Til Træhjul bruges meest Kapper af Træ alene, til Jernhjul derimod Kapper af Steen, Jern eller Træstaver, stöttede paa Jernbuer.

Selve Vandhjulene bygges snart af Træ, snart af Jern (Stöbejern eller Smedejern), snart af Træ og Jern eller Stöbejern og Smedejern i Forening. Strömhjul bygges vel altid af Træ, fordi der ikke vilde være Noget vundet ved at bekoste dem af Jern. Underfaldshjul og Brysthjul med Trykvand vilde vel give lidt bedre Effekt, naar de vare byggede af Jern; men da man, naar man dog skulde bekoste et Jernhjul, i Reglen langt hellere maatte anskaffe sig et ponceletsk Hjul, og hvor dette (f. Ex. ved 4—5 Fods Fald med smaa Vandmasser) er mindre paa sin Plads, Gevindsten ikke vilde være stor, i Forhold til Bekostningen, saa maa Træ ogsaa til hine Hjul ansees for det meest passende Materiale. Ved Overfaldshjul (Fig. 6), som ingen Kappe have, er der heller ikke saa stor Anledning til at anvende Jern, og man vil derfor idetmindste ikke ofte see disse Hjul byggede af Jern alene. Derimod bygges det ponceletske Hjul saagodtsom altid af Jern alene, og dette er hyppigt Tilfældet med de Vandhjul, som have höje Kapper, altsaa Brysthjulet med Overfaldsstigbord, saavel med som uden Coulisseindlöb, og Sidehjulet. Brysthjulene med Overfaldsstigbord, Sidehjul og Overfaldshjul, bygges ogsaa mangengang deels af Træ og deels af Jern.

Det ponceletske Hjuls nödvendigviis krumme Skovler kunne ikke godt udföres varigt af Træ; de meget brede Krandse ligesaa lidt. Hjulet vilde dog blive meget kostbart af Træ, og man bygger det derfor hellere saa meget solidere heelt af Jern. I Reglen dannes derfor Skovlerne af Pladejern, Armene af fladt Stangjern, Axlen af flere sammensvejsede Stænger. Som oftest ere Krandsene stöbte; mangengang ere de ogsaa gjorte af tykt Pladejern. Hjul med höje Kapper kunne, naar de ere af Jern, slutte nærmere til disse end Træhjul og benytte saaledes Vandkraften fuldstændigere. Men saa vigtigt det er, at Spillerummet er ringe, saa er det dog endnu vigtigere, at Hjulet gaaer frit, og man maa derfor altid holde nogen Afstand: ved Jernhjul omtrent $^3/_8$ Tomme, ved Træhjul ikke under 1 Tomme, fordi Træet kan bulne betydeligt ud. Jernhjulet

taaler derfor en större Fyldning af Cellerne og en langsommere Gang. Jernhjulet kan gaae en lang Aarrække næsten uden Standsning og uden Tab af Effekt, medens et Træhjul oftere maa repareres og efterhaanden taber noget i Nöjagtighed og derved tillige i Effekt. Mindre vigtigt er det, at Jernhjulet antages at kunne vare næsten i det Uendelige, naar det af og til tjæres, medens Træhjulene ere ubrugelige efter 10 til 20 Aars Forlöb; thi efter den Rentefod, som en Fabrikant gjerne maa gaae ud fra, vil den större Kapital, der stikker i et Jernhjul, selv med Fradrag af Reparationsomkostningerne for et Træhjul, foraarsage et Rentetab, der er langt större end Bekostningen, ved i rette Tid at anskaffe et nyt Træhjul. Dertil kommer, at man dog ikke kan gjöre Regning paa at bruge eet og det samme Vandhjul uforandret flere Menneskealdere igjennem; dertil er Alt, hvad der vedrörer Industrien, for mange Forandringer og Forbedringer underkastet.

Et ikke uvigtigt Fortrin ved Jernhjulene er endnu deres store Vægt; denne gjör vistnok en stærk Fundering nödvendig, men sætter paa den anden Side Vandhjulet istand til bedre at opfylde sin Bibestemmelse som Svinghjul. To forskjellige Vandhjuls Virkning som Svinghjul forholde sig temmelig nær som Vægten af Krandsen, det er af hele Vandhjulet med Undtagelse af Axlen og Armene, multipliceret med Qvadratet af Periferihastigheden, maalt ikke yderst, men i Midten af Ringen, eller lidt indenfor Midten. Vejer saaledes eet Vandhjul 4000 Pund og har en Periferihastighed af 6 Fod i Sekunden, et andet 6000 Pund og har en Periferihastighed af 4 Fod i Sekunden, saa forholde deres Svinghjulsvirkninger sig omtrent som $4000 \times 6 \times 6$ til $6000 \times 4 \times 4$ eller som 3 til 2. Ved de ældre Vandhjul er det en almindelig Fejl, at de have for stor Periferihastighed; naar et saadant Hjul ombyttes med et bedre, saa er det en almindelig Klage, at der mærkes altfor store og pludselige Forandringer i Hastigheden ved en lille Sænkning eller Löftning af Stigbordet, saavelsom ved en Forögelse eller Formindskelse af Lasten, saasom ved at Stenene i en Mölle presses stærkere eller svagere, at der kommer mere eller mindre Sæd paa, at en enkelt Maskine i en Fabrik kommer i Stilstand, eller hvad der ofte skeer, den kommer til at gaae tom. Er Hastigheden forringet til det Halve, saa maa det nye Vandhjuls Krands veje 4 Gange saa meget som det gamles, for at Svinghjulsvirkningen kan blive den samme; men da det nye Vandhjul har en större Kraft end det gamle, og som en Fölge deraf har mere at trække, saa skulde det endog have en större Svinghjulsvirkning. Dette opnaaes langt bedre ved et Jernhjul end ved et Træhjul.

Meget store Jernhjul vilde faae en betydelig Vægt i Arme, uden tilsvarende Forögelse af Svinghjulsvirkningen, fordi Armenes Bevægelse er saa langsom. Man foretrækker da stundom at ophænge (suspendere) Ringen i forholdsviis tynde Stænger af smedet Jern (Fig. 5), og Vandhjulet faaer isaafald Navn af Suspensionshjul. Der ere 3 forskjellige Slags Stænger: de vigtigste og stærkeste ere de saakaldte Radialstænger, af hvilke de nederste egenlig bære Hjulkrandsen. Naar de, som b Fig. 5 viser, istedetfor at gaae efter Radius, ligge krydsviis frem og tilbage, ville de give en fastere Forbindelse, idet de forhindre, at Ringen kan dreje sig lidt, uden at Axlen fölger med. Bag disse Stænger gaae tyndere saakaldte Diagonalstænger paaskraa, to og to krydsviis, stedse fra den ene Ring til den anden Ende af Axlen, for at forhindre Hjulet fra at slaae. Endeligen ere tynde saakaldte Periferistænger c spændte paaskraa, alle i samme Retning, fra den ene Ring til den anden, for at forhindre en Vridning, hvorved den Ring, som hörer til Tandhjulet og altsaa trækker Lasten, bliver tilbage, den anden iler forud. I Bendorf paa den höjre Rhinbred, lidt nedenfor Coblenz, findes et Suspensionshjul paa 44 Fods Diameter. Det er et Sidehjul, men burde vel bedre have været et Overfaldshjul og altsaa noget mindre.

Vandhjul af Træ og Jern i Forening, hvorved der naturligviis ikke sigtes til Brugen af Jernbolte odl. i Træhjul, kunne bygges paa flere Maader. Man kan saaledes undertiden finde Træskovler i Jernhjul; de ere endeel billigere end Jernskovler og kunne ikke skade Nöjagtigheden af Hjulet. Omvendt finder man ogsaa Træhjul med Jernskovler, som veje mere, tage langt mindre Plads op og derfor kunne staae saa meget tættere, eller idetmindste holde Cellerne saa meget mere aabne. Istedetfor at stikke Armene igjennem en Træaxel (Fig. 1), eller lægge dem udenom (Figg. 3 og 4), anbringer man ogsaa en stöbt Roset paa Axlen og befæster Armene deri, som det kunde være Jernarme. Naar man ved stærke Vandhjul af Træ vil forplante Bevægelsen bort ved en Tandkrands paa Hjulringen eller Hjularmene (Figg. 5 og 6), saa maa man sörge for at give Hjulet större Soliditet, da den ringeste Urundhed vilde skade Indgribningen af Tænderne; man bruger dertil en Jernroset og endeel Jernstrammestænger fra Rosetten ud til Tandkrandsen. Ellers lader man sig ogsaa ved Hjul med höje Kapper undertiden nöje med Træ alene, f. Ex. fordi Kapitalen er for dyr eller tilstede i utilstrækkelig Grad, eller fordi det hele Anlæg ikke antages at ville vare længere, end et Træhjul kan staae sig, eller endelig fordi hele Vandkraften er saa ringe, at det vilde blive forholdsviis for dyrt at benytte et

Jernhjul. Om end saadanne Træhjul aldrig kunne give fuld saa stor en Effekt, som ligesaa godt konstruerede Jernhjul af samme Art under lige Forhold give, saa er det dog en grov Vildfarelse, at man ikke i det Væsenlige skulde kunne opnaae Fordelene af et godt Vandhjul, uden at anskaffe det af Jern.

Samtlige de ovenfor afbildede vertikale Vandhjul kan man tænke sig udförte i 96 Gange saa stor Maalestok som Tegningen, saa at 1 Tomme her betyder 4 Alen i Virkeligheden.

Horizontale Vandhjul,

almindeligst kaldet *Turbiner*, ere, med Undtagelse af den saakaldte skotske Turbine, af meget ny Oprindelse: for 15 Aar siden byggedes den förste praktisk brugbare Turbine af Fourneyron; for 10 Aar siden vare de endnu Sjeldenheder, ja den Dag idag ere de ikke saa udbredte, som de fortjente at være. En almindelig Definition eller löselig Forklaring kan ikke godt gives, da Vandet i de forskjellige Turbiner virker paa meget forskjellige Maader. Ved alle Vandhjul, horizontale saavelsom vertikale, er det naturligviis et Tryk eller Stöd, hovedsageligen i Retningen af Tangenten, som tilsigtes; thi kun derved frembringes jo en rundgaaende Bevægelse af Hjulet; men selve Vandets Bevægelse er meget forskjellig, og som Fölge deraf den rette Form af de Skovler, som Vandstraalen eller Vandmassen skal virke imod. Ved de vertikale Hjul finder selve Vandets Bevægelse ogsaa Sted i Retningen af Tangenten, navnligen ved Underfaldshjul, eller det bevæger sig i Krandsen först indad imod Centrum og derpaa atter udad, paa samme Tid som det naturligviis fölger med i den rundgaaende Bevægelse. I Fourneyrons Turbine strömmer Vandet uophörligt og paa alle Punkter igjennem Krandsen af et horizontalt Vandhjul; det strömmer ind paa den indre Side og ud igjen paa den ydre. I Fontaines Turbine finder Vandets Bevægelse Sted i Retningen af Axlen til det horizontale Vandhjul, saa at det strömmer paatværs igjennem Krandsen, ovenfra nedad. Den skotske Turbine ligger, som det siden vil sees, aldeles udenfor Begrebet af de andre Turbiner; ja det er ikke engang korrekt at henregne den til de horizontale Vandhjul. Denne sidste Bemærkning gjælder ogsaa om en Modifikation af Turbinerne, der i de senere Aar er forsögt, og ved hvilken Krandsen er stillet vertikalt og Vandströmmen paa eengang ledes ind paa hele Periferien, eller omvendt ud i alle Retninger, en Construktion paa hvilken jeg ikke her har villet indlade mig, da jeg, trods de fordeelagtige Beretninger, nærer stærke Tvivl om dens Hensigtsmæssighed.

Foruden de her omtalte Turbiner gives der endeel andre, der ere forbigaaede, enten paa Grund af deres ringere Værdi, eller fordi de i Hovedsagen stemme overeens med de her beskrevne.

Fourneyrons Turbine.

Fig. 7.

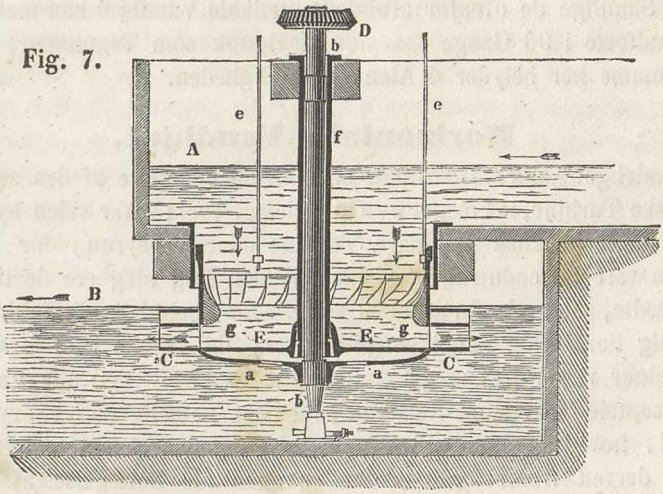
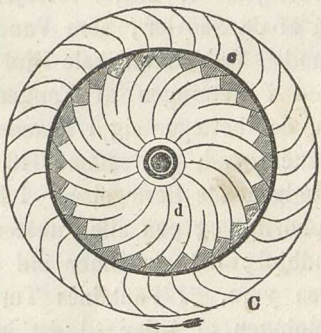


Fig. 8.



A er Overgraven, B Undergraven, C det egenlige Vandhjul, som befinder sig under Vandspejlet i Undergraven; det er paa den nedre Side, ved Hjælp af en paa flere Steder gjennembrudt stærk Jernskaal a, befæstet paa den vertikale Axel b, der igjennem det koniske Drev D forplanter Bevægelsen videre. Vandmassen styrter i det ringformige Rum udenom Axlen ned imod den saakaldte Tallerken E, der böjer Straalen af fra sin Vej og giver den en horizontal Retning ud imod Vandhjulet. Som Fig. 8 viser, ere Skovlerne c i Vandhjulet krumme; men for at den under sit Fald til alle Sider udadstræbende Vandström kan virke paa Skovlerne under de fordeelagtigste Betingelser, er det

nödvendigt at give den en omdrejende Bevægelse, i samme Retning som Vandhjulets, og derfor er der paa Talerkenen E anbragt endeel saakaldte Ledecurver d af Blik, lidt höjere end Vandhjulet C og alle saaledes böjede, at de skære Periferien under een og samme Vinkel af omtrent 25°. Hjulets Periferihastighed paa den indre Rand, der stöder op til Ledecurverne, kan ansættes dobbelt saa stor som Vandets Udlöbshastighed, beregnet som om Vandmassen var falden fra Vandspejlet i Overgraven til Vandspejlet i Undergraven, og Skovlerne gives da bedst paa den indre Side en saadan Retning, at Vandstraalen, ved den antagne Hastighed af Hjulet, træffer dem netop paa Kanten, eller ialfald under en meget spids Vinkel paa den concave Side. Ved Udgangen af Hjulet skal Vandet have lidt större Plads end ved Udgangen af Ledecurverne.

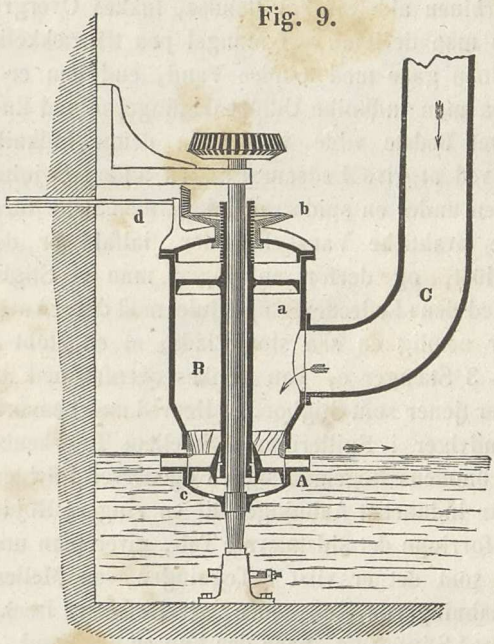
Naar Turbinen aldeles skal standse, lukkes Overgraven med en Sluse; nödes man derimod, af Mangel paa tilstrækkeligt Vand, til at lade Turbinen gaae med mindre Vand, end den er istand til at tage, saa maa man indknibe Udlöbsaabningerne ved Enden af Ledecurverne. Det Bedste vilde være, om denne Indknibning kunde iværksættes, ved at give Ledecurverne en anden Böjning, saa at de skare Periferien under en spidsere Vinkel, men dette turde stöde paa uoverstigelige praktiske Vanskeligheder, ialfald er denne Opgave endnu ikke löst, og derfor anbringer man et Stigbord imellem Talerkenen med dens Ledecurver og Hjulet med dets Skovler. Imellem begge er der nemlig en saa stor Plads, at en stöbt Jerncylinder, der hænger i 3 Stænger e, kan sænkes ovenfra ned imellem dem; denne Cylinder tjener som Stigbord. Herved maa bemærkes, at noget Vand altid undviger i Spillerummet imellem Talerkenen og Hjulet, og at Vandströmmens Regelmæssighed og derved Effekten lider, naar Stigbordet har indknebet Aabningen til en ringere Höjde, end Hjulet har. For at forringe det sidstnævnte Tab, giver man undertiden höje Turbinehjul, som det er viist i Tegningen, en Mellemkrone, der deler Udlöbsaabningerne i en nedre, gjerne större Deel, og en övre, der aflukkes med Stigbordet, naar der kun er lidt Vand. I Tegningen er netop den övre Deel af Udlöbsaabningerne lukket.

Uden Hensyn til, om Stigbordet staaer heelt aabent eller er skudt noget ned for Udlöbsaabningerne, bör Vandets Bevægelse lettes saa meget som muligt, thi enhver Forsinkning i Vandets Bevægelse, paa Grund af Modstand i Ledningen, foraarsager et reent Tab af Kraft. En vigtig Betingelse for at undgaae Krafttab er saaledes, at der ingen skarpe Böjninger findes, og for et fjerne dem i dette Tilfælde, hvor Vandstraalen skal tvinges fra den vertikale Retning om til den

horizontale, er deels Tallerkenen ved en konisk Hals ophængt paa Röret f, der gaaer udenom Axlen, deels og især er der for hvert Mellemrum imellem to Ledecurver anbragt paa Stigbordet et efter disse krummet Træstykke g, der, som det sees i Fig. 7 i Gjennemsnit, först indkniber den ringformige Rende efter Formen af en indkneben Vandstraale og derefter afgiver en rund Kant, udenom hvilken Vandet kan löbe ind i Renderne imellem Ledecurverne.

Den i Fig. 7 viste Form af Turbinen kan naturligviis ikke anvendes ved meget höjt Vandtryk, da Axlen b og Röret f vilde faae en höjst ubeqvem Længde, ligesom ogsaa Bunden af Overgraven vilde have et uhyre Tryk at bære. Ved et Vandtryk af 8—9 Alen og derover konstruerer man derfor den fourneyronske Turbine som nedenstaaende *Höjtryksturbine.*

Fig. 9.



Det egenlige Vandhjul A er ganske som i Lavtryksturbinen, kun er det her tænkt betydeligt mindre, paa Grund af den langt mindre Vandmasse, Turbinen antages at skulle benytte. Den övre Deel af Turbinen er et meget stærkt understöttet, lukket Kar B af Stöbejern, der modtager Vandet fra et Rör C. Vandet i B trykker deels mod Tallerkenen i den nederste Ende ved Vandhjulet, deels mod en Skive a paa det samme Rör, der bærer Tallerkenen, saa at Trykket vil omtrent gaae lige op. Stigbordsindretningen er her

ganske anderledes end ved Lavtryksturbinen. De i Fig. 7 ved g i Gjennemsnit viste Træstykker, som ere befæstede paa det ringformige Stigbord og tjene til at give Vandet et jevnt Udlöb, gjenfindes i Fig. 9, hvor de ere befæstede paa den indvendige Side af B, saaledes adskilte ved krumme Snit, at Ledecurverne paa Tallerkenen kunne gaae op imellem dem. Istedetfor at skyde et Stigbord ned for Aabningen imellem Hjulets Skovler, löftes nemlig Tallerkenen med Ledecurvene; den har desaarsag en nedgaaende cylindrisk Rand, og den Skaal c, der forbinder Vandhjulet med dets Nav og dets Axel, har nærmest Hjulet en tilsvarende cylindrisk Skikkelse. For beqvemt at kunne löfte Tallerkenen med alle Ledecurverne, er Röret, hvorpaa den hænger, foroven tildannet som en stærk Skruespindel og fört igjennem en Möttrik, der danner Navet til et Tandhjul b. Dette drejes, og Tallerkenen skrues altsaa op og ned, naar man ved et Sving inde i Værket omdrejer en Axel d, som bærer et i b indgribende Drev.

Naar ikke den fourneyronske Turbine gaaer med et ualmindeligt lavt Tryk, vil den hvirvle meget hurtigt rundt, Höjtryksturbinen endog med en uhyre Fart. Deraf fölger ikke blot Nödvendigheden af at forringe Omdrejningens Hastighed, under Forplantelsen af Bevægelsen til Arbejdsorganerne, men tillige et meget stærkt Slid i Fodlejet ved Axlens nederste Ende. Den stedse fugtende og afkölende Vandmasse vilde modvirke dette, hvis der ikke gjerne fulgte lidt ganske fiint Sand med. Man gjör derfor Axlen saa let, som den kan taale at være, Tappen for Enden forholdsviis tyk og smörer Panden igjennem et Rör meget rigeligt med en Olie, der ikke fryser altfor let.

Forövrigt ere de fourneyronske Turbiner udförte med mangfoldige, mere eller mindre indgribende Modifikationer, som dog ikke forekomme mig vigtige nok, til at vi her skulde opholde os ved dem, med Undtagelse af det længere hen, ved den skotske Turbine, omtalte opadgaaende Vandtryk.

Fontaines Turbine.

Forelöbigen maa det bemærkes, at Turbiner af denne Art ogsaa tilskrives andre Opfindere, men at, saavidt jeg veed, Fontaine er den Förste, der har construeret dem, dog ikke ganske som den ovenstaaende Tegning viser; deri er nemlig optaget nogle Forbedringer, som ere bekjendtgjorte under Jonvals og Andreas Köchlins Navne. Det Karakteristiske ved disse Turbiner er Ledecurvernes og Hjulets indbyrdes Stilling: Ledecurverne ligge nemlig over Hjulet, og Vandet

Fig. 10.

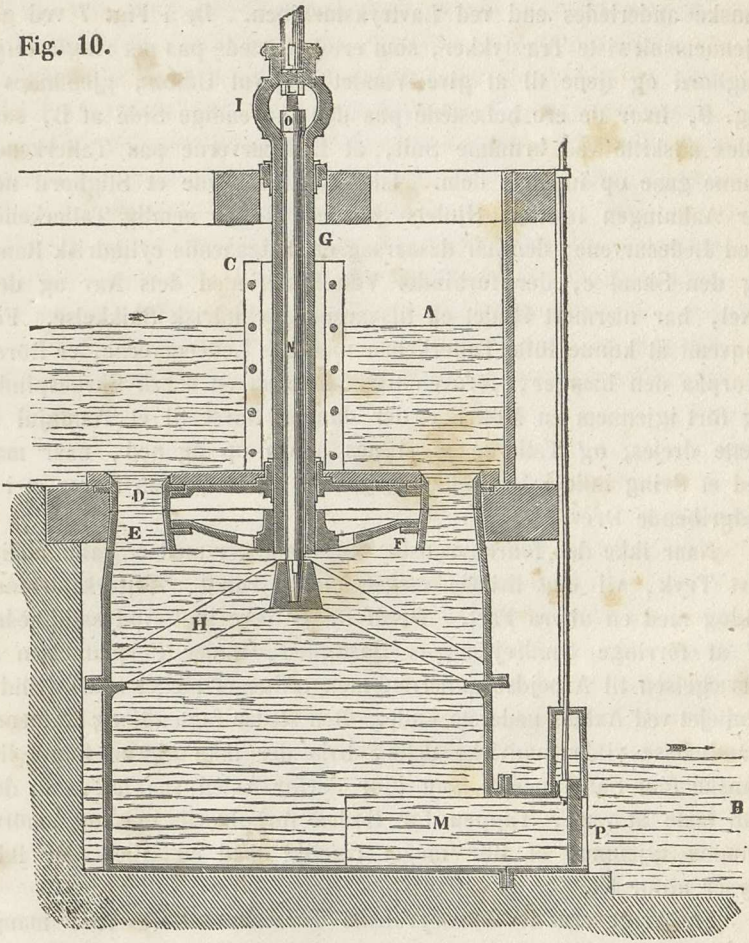
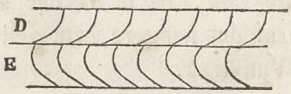


Fig. 11.



strömmer derfor hverken, som ved Fourneyrons Turbine, fra den indre Periferi ud imod den ydre, eller, som ved en af Poncelet construeret Turbine, fra den ydre Periferi henimod den indre: det strömmer derimod parallelt med Axlen ind paa den ene Side af Krandsen og ud af den anden.

A er Overgraven, B Undergraven. Vandet i Overgraven er ved en todeelt, stöbt, cylindrisk Skjærm C holdt borte fra den hule Axel og dens Pander. I Bunden af Overgraven findes et ringformigt

Gjennembrud D, begrændset baade indvendigt og udvendigt ved en Ring eller kort Cylinder af Stöbejern og overalt forsynet med Ledecurver (see Fig. 11), som give Vandet under Faldet en hvirvlende Bevægelse. Lige under denne Ring findes Hjulringen E, paa samme Maade dannet og forsynet med Skovler (see Fig. 11). Hjulets indvendige Krands er forbunden med Axlen ved den i Turbinerne sædvanlige, gjennembrudte Skaal F, der tjener som Armene i et andet Hjul, men lider mindre Modstand af Vandet og er stærkere end enkelte Arme af samme Tykkelse. Inden i den hule Axel G er opstillet en rund Stang N, der hviler med sin nederste Ende i en Klods, enten paa Bunden af Undergraven eller paa en Trefod H. Den överste Ende O af den runde Stang er noget tykkere, saa at den udfylder Hullet i Axlen indvendigt og danner et Leje for Axlens Fodtap. Axlen G er nemlig her udvidet til en tyk Ring I, der er gjennembrudt lodret paa Tegningens Plan og foroven ender sig i et tykt Nav for Hovedaxlen K. Fra Ringens överste Deel gaaer en paa den nederste Ende forstaalet Smedejerns Fodtap ned i det ovennævnte Leje i O; Tappen gaaer löst heelt op i Axlen K og er udvendigt forsynet med Skruegænger, saa at den med en Möttrik L kan skrues op og ned. Lige til Hjulet slutter sig forneden et, efter Omstændighederne, kortere eller længere Stöbejerns Rör, som foroven maa have samme Diameter som Hjulet, men længere nede godt kan taale at indknibes noget. Derfra löber det brugte Vand ud i Undergraven igjennem en Sidegreen M, hvis Munding P kan lukkes med et Stigbord.

Den fontaineske Turbine har visse betydelige Fortrin fremfor den fourneyronske: Vandstraalen faaer i dem begge en hvirvlende Bevægelse, som den atter meddeler Hjulet; men i den fourneyronske Turbine bliver den tillige böjet af fra den vertikale Bevægelse til en horizontal, og dermed er forbundet et Krafttab. I den fontaineske Turbine finder rigtigtnok det Samme Sted forneden ved M; men der er Bevægelsen saa langsom, at Krafttabet er for Intet at regne. Det er endvidere en stor Fordeel, at Turbinen kan anbringes ved Overgraven, hvor man bedre kan lægge Fabriken, end ved den i Jorden udhulede Undergrav. Den under Turbinen hængende Vandsöjle vil nemlig virke, i Forhold til sin Höide, aldeles som om den hvilede ovenpaa Turbinen, og denne har paa Grund deraf faaet det altfor meget lovende Navn "den dobbeltvirkende Turbine". Det fölger af sig selv, at den hængende Vandsöjle ikke maa være höjere, end at den kan bæres op af Atmosfærens Tryk; men da man altid kan have den 30 Fod höj, og da Hjulets Underkant uden stor Ulempe kunde befinde sig 15—20 Fod under Vandspejlet i Overgraven,

saa forhindrer denne Omstændighed ikke den fontaineske Turbine fra at anvendes selv ved saa store Höjder, at den af andre Grunde ikke længer kan ansees for at være den hensigtsmæssigste. Da Fodlejet er bragt aldeles udenfor Vandet og let at komme til, vil den hele Vanskelighed og Besværlighed ved at holde det i Orden falde bort ved Fontaines Turbine. En Mangel er det, at Centrifugalkraften driver Vandet ud imod Hjulets ydre Periferi; men jo större man gjör Radius, desto mindre bliver denne Fejl, og desto simplere bliver i Reglen tillige Kraftens Forplantelse, da Omdrejningshastigheden forringes, ved at den samme Periferihastighed overföres paa en större Kreds. Af alle disse Grunde turde den fontaineske Turbine idethele være at foretrække for den fourneyronske.

Den skotske Turbine.

Denne Turbine er igrunden en gammel Opfindelse, forsaavidtsom den kun er en Modifikation af den barkerske Mölle, ogsaa kaldet Segners Vandhjul, og staaer i mange Henseender udenfor de andre, her beskrevne Turbiner. Den betegnes undertiden, til Forskjel fra de andre, ved Navnet: Reaktionshjulet, fordi Vandet her ikke, som ved hine, forud modtager af Ledecurverne — der iövrigt ret beqvemt kunde anbringes i Form af Skruer i Karret A — en rundgaaende Bevægelse, som det atter afgiver, men derimod sætter Turbinen i Bevægelse ved det Modtryk (den Reaktion), det udöver, idet det under Udlöbet igjennem de krumme Grene B, der i Fig. 12 ere viste i et fingeret Gjennemsnit, som om de vare lige, efterhaanden tvinges til at antage en hvirvlende Bevægelse. Den almindelige Benævnelse: horizontalt Vandhjul, passer forsaavidt slet paa denne Turbine, som den omtrent ligesaa fordeelagtigt kan opstilles vertikalt paa en horizontal Axel; ja eftersom det er noget vistnok Hensigtsmæssigt, men dog altid noget Unödvendigt, at Grenene B indesluttes imellem to parallelle Skiver C, passer ikke engang Navnet Vandhjul, thi uden dem havde Apparatet slet ikke nogen Hjulform. Det gængse Navn Turbine (Tydskernes Kreiselrad, der paa Dansk er gjengivet meget heldigt ved "hydraulisk Hvirvel") er der Intet at indvende imod, og da det desuden er kortere end hiin halvdanske Benævnelse, foretrækker jeg det for de andre.

Vandet antages her at komme fra et meget höjt liggende Reservoir, i modsat Fald er denne Turbine ikke hensigtsmæssig; det strömmer igjennem Röret D ind forneden i Turbinen og faaer der en opadgaaende Bevægelse. Dette er ved den skotske Turbine af stor Vigtighed, fordi Vandtrykket, der er saa betydeligt, ellers vilde tynge den nedad og

Fig. 12.

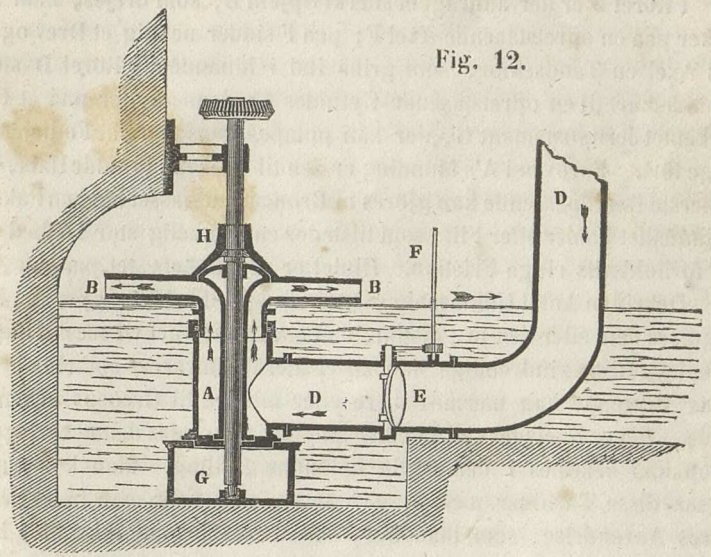
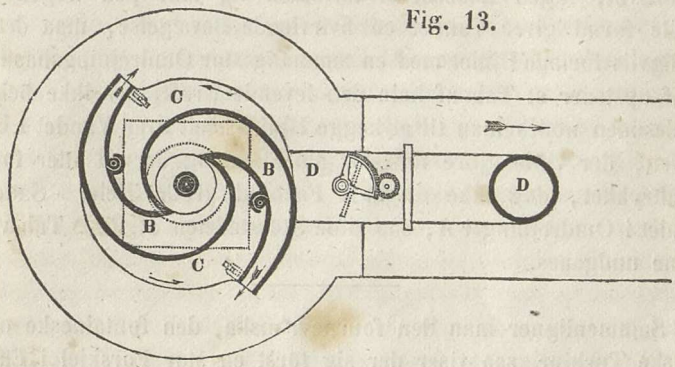


Fig. 13.



væsenligt foröge Trykket paa Axlens Fodleje, istedetfor at det nu tjener til i höj Grad at forringe det; ja det vilde vel endog kaste Axlen ud af Fodlejet, hvis det ikke ved Overgangen til Armene B traf et Slags opadvendt Tallerken, der hænger sammen med Maskinens faste Deel, som ved sin Tyngde faaer en tilstrækkeligt fast Stilling. Ogsaa den fourneyronske Turbine har man modificeret paa samme Maade; Maskinen faaer da samme Udseende til höjt og til lavt Tryk, idet den i begge Tilfælde er lukket, og det er vel muligt, at Fordelene ved det opadgaaende Tryk ogsaa ved den fourneyronske Turbine mere end opvejer det Tab, der flyder af, at Vandet faaer et mere uregelmæssigt Löb, at Maskinen bliver mere compliceret, og at der samler sig Mudder odl. paa Bunden af den.

I Röret D er der anbragt et stærkt Spjeld E, som drejes, naar man virker paa en opretstaaende Axel F; paa F sidder nemlig et Drev og paa E's Axel en Tandsektor, som gribe ind i hinanden. Röret D stöder umiddelbart til en opretstaaende Cylinder A; denne hviler paa et tomt, firkantet Jernpostament G, der kan pompes læns, saa at Fodlejet kan ligge tört. Foroven i A's Munding er den til Grenene förende Hals, hvis nederste Rand passende kan gjöres af Bronce, indpasset med en Pakning af indfedtet Læder eller Filt, som tilsteder en temmelig stor Tæthed med en forholdsviis ringe Friction. Hjulet er ved H befæstet paa sin Axel.

Det ringe Antal Udlöbsaabninger ved disse Turbiner gjör det let at regulere dem efter den just disponible Vandmasse; det vil sees af Fig. 13, at enhver Greens indvendige Side har et stærkt Charneer, omkring hvilket dens Yderende kan nærmes mere eller mindre til Grenens udvendige Side. Det er ligeledes ved Punkter antydet, hvorledes denne bevægelige Klap kan befæstes i den rigtig befundne Stilling. Man konstruerer ogsaa disse Turbiner med 3 og 4 Arme; men naar man indskrænker deres Anvendelse, som man bör, saa vindes derved ikke blot Intet, men Udlöbsaabningerne blive endog ubeqvemt smaa. Da man, som ovennævnt, ingen Ledecurver anvender og ikke paa nogen anden Maade forud giver Vandet en hvirvlende Bevægelse, maa det nödvendigviis forlade Hjulet med en temmelig stor Omdrejningshastighed; deraf opstaaer et Tab af hele den levende Kraft, der ikke benyttes, og desuden nödes man til at lægge Hjulet heelt over Vandet i Undergraven, der vilde gjöre for stor Modstand og derved atter forringe Vandtrykket, dog ikke meget i Forhold til det Hele. Satte man Vandet i Omdrejning i A, saa vilde Störstedelen af disse Tab vistnok kunne undgaaes.

Sammenligner man den fourneyronske, den fontaineske og den skotske Turbine, saa viser der sig först en stor Forskjel i Effekten. Ved velkonstruerede Hjul kan den regnes til

50—60 pCt. ved den skotske Turbine,
65—70 pCt. ved Fourneyrons Turbine og
70—75 pCt. ved Fontaines Turbine.

Saalænge der er Spörgsmaal om at benytte maadeligt höje Vandfald, staaer den skotske Turbine udisputeerligt tilbage for de andre to; men ved betydelige Fald gjælder den for disse angivne store Effekt ikke længer, og da har den, især fremfor den fourneyronske Fordelen af större Tæthed og derfor mindre Vandtab, saavelsom at man med Lethed kan give den en langsommere Gang. Naar saaledes engang den fourneyronske Turbine har været brugt til Afbenyttelse

hvis Bevægelse overföres fra Balancieren igjennem en Krumtap paa en stærk Hovedaxel, er der endnu een, nemlig at Vandets Usammentrykkelighed vilde ved en Vandsöjlemaskine, der skulde frembringe en Omdrejning og altsaa maatte have Stemplet i en *ustandset* Bevægelse, fordre en aldeles öjeblikkelig Styring, hvilken naturligviis er praktisk umulig at skaffe tilveje.

Der gives vel adskillige, og deriblandt ret kuriöse Konstruktioner af Vandsöjlemaskiner, f. Ex. med tvende Stempler af forskjellig Störrelse paa den samme Stempelstang; med en Stempelstang, som gaaer tværs igjennem Stemplet, og altsaa baade igjennem Bunden og Laaget paa Cylindren, forsaavidt den har begge Dele ofl.; vi ville imidlertid holde os til en Form, der mere svarer til den sædvanlige Dampmaskines, fordi den lettere vil forstaaes uden Tegning. Man tænke sig en meget lang og smal, udboret Cylinder af Stöbejern, saa tyk i Godset, at den kan udholde Trykket af den hele Vandsöjle (f. Ex. 18 Tommer i Lysning, 3 Tommer i Godset, 9 Fods Vandring). Et tætsluttende Læderstempel vandrer op og ned deri, og en stærk Stempelstang forplanter Stemplets Bevægelse til Pompen. Ved Bunden af Cylinderen udmunder sig et vidt Rör, som tjener til Indlöbs- og Udlöbsrör for Vandet og derfor ved en Styring maa vexelviis sættes i Forbindelse med Tilledningsrör- og Afledningsröret.

Forsaavidt er Alt næsten som ved Dampmaskinen; Styringen er derimod ganske anderledes: man bruger her hverken Ventilstyring eller Glider, men Hanestyring eller Stempelstyring. Hanerne ere uhyre store og vidtlöftigt udskaarne, for at ikke Vandtrykket skal presse dem med Kraft over til den ene Side. Stempelstyringen (Kolbestyring), som er almindeligst, bestaaer af 3 paa samme Stempelstang anbragte smaa Stempler, der bevæge sig i et vertikalt, udboret Rör og ved deres forskjellige Stilling forbinde flere tilstödende Siderör paa forskjellig Maade med hinanden. Disse Styrestempler bevæges imidlertid ved Vandtryk og behöve derfor atter en anden, mindre Styring (Vendingen), der ligeledes kan være Hane- eller Stempelvending og sættes i Bevægelse af Maskinen. Da Vandet er usammentrykkeligt og ikke expanderer sig, efter at Tillöbet er spærret, maa nemlig Hovedstemplets Bevægelse i den ene Retning standse, i det Öjeblik Tillöbet, i den anden, saasnart som Aflöbet er stoppet, og Maskinen vilde paa Grund deraf standse, inden den kunde fuldföre Bevægelsen af Styrestemplerne, hvis man ikke paa en eller anden Maade sörgede for, at der medgaaer nogen Tid fra det Öjeblik, da Maskinen afgiver sin Impuls til Styrestemplerne, og til det, da disse forandre Stilling. Ved adskillige andre Maskiner (saaledes ved Metalhövlemaskiner) bruger man i slige Tilfælde at lade dem löfte en Kugle, der sidder

paa en Vægtstang, over dens överste Stilling; den vil da, idet den atter synker ned paa den anden Side, ved sin Vægt bevirke Omskiftelsen af Bevægelsen. Ogsaa ved Vandsöjlemaskiner har maa brugt den samme og lignende Methoder; men da Vægten maa være svær, for at bevæge Styrestemplerne nogenlunde hurtigt og sikkert, giver det en simplere og jevnere Bevægelse, naar man, som ovennævnt, benytter sig af en Vendehane eller Vendestempler, som de kaldes. Maskinen drejer da Vendehanen, eller forskyder Vendestemplerne, og i den Tid, der medgaaer, inden Vandströmmen paa Grund deraf faaer flyttet Styrestemplerne, fuldförer Hovedstemplet sin Vandring, ja det venter endog lidt, inden den begiver sig paa Tilbagevejen. Denne afbrudte Bevægelse maa Vandsöjlemaskinen, efter hvad ovenfor er udviklet, altid have, og deri ligner den en enkeltvirkende Dampmaskine; men desuagtet kan den gjerne selv være dobbeltvirkende, det er: Vandtrykket kan virke vexelviis over og under Stemplet. I Reglen foretrækker man dog, hvor man önsker Kraften fordeelt paa begge Bevægelser, f. Ex. fordi man bevæger to ligestore Pomper, der befinde sig paa begge Ender af en Balancier, at give Maskinen to Cylindre, begge aabne foroven, eller, om man vil, at benytte en Combination af to enkeltvirkende Maskiner med fælles Styring.

Bevægelsen af Vandsöjlemaskinen er stedse meget langsom, idet den bruger 10—20 Sekunder til at fuldföre et Stempelslag. Man har Maskiner til Benyttelse af Vandfald med 6—40 Hestes absolut Kraft; naar de ere vel konstruerede, kunne de give 65—75 Procent Effekt; men der findes saadanne Maskiner, der kun give 33 Procent. Vandet maa være meget reent, idet ikke blot mekaniske Indblandinger, som Sand, Blade osv., let kunne bringe Maskinen i Uorden, men tillige mangehaande, i Bjergværkerne hyppigt forekommende oplöste Stoffer angribe Jernet. Om en Collision imellem Vandsöjlemaskinen og et vertikalt Vandhjul kan der ikke let være Tale, da Vandsöjlemaskinen ikke godt kan bruges uden til meget smaa Vandmasser, der have et særdeles betydeligt Fald; Collisionen indtræder nærmest med den skotske Turbine, der koster endeel mindre og har en uafbrudt Bevægelse, men heller ikke giver saa stor Effekt; men den Opgave: at bestemme Grændsen imellem begge og angive, i hvilke Tilfælde man skal anvende enhver især af disse Maskiner, kan jeg saa meget bedre lade ulöst, som Collisionen dog aldrig vil indtræde hos os.

1