

Vindpumpar

Vattenförsörjning av våtmarker och dammar



En orienteringsguide om vindpumpar och deras förutsättningar att användas till dammar och våtmarker



Vindpumpar

PUMPNING AV VATTEN MED VINDENS KRAFT

Innehållsförteckning

BAKGRUND OCH SYFTE	3
VINDPUMPEN	4
HISTORIA	4
VINDPUMPAR I SVERIGE	4
TEKNIKEN BAKOM	4
ROTORN	4
KRAFTÖVERFÖRINGEN.....	4
VINDMOTORN	5
PUMPEN.....	5
TORNET	5
PUMPBRUNNEN	5
DIMENSIONERINGSKRITERIER	6
UPPFORDRINGSHÖJD	6
FLÖDESDIMENSIONERING	6
ÅRSMEDELVIND	6
PLACERING OCH ANLÄGGNING AV VINDPUMP	7
OMKRINGLIGGANDE VEGETATION, HÖJD OCH AVSTÅND TILL VINDPUMPEN.....	7
PUMPKURVOR.....	8
SPECIALANPASSNING TILL VÅTMARKER - PRODUKTUTVECKLING	9
BYGGLOVSLIKT	9
VAD KOSTAR EN VINDPUMP?	10
UNDERHÅLL - LIVSLÄNGD	10
ALTERNATIVA PUMPLÖSNINGAR	11
ELDRIVNA PUMPAR – SOL OCH/ELLER VIND	11
NÄTANSLUTNA ELPUMPAR	12
SAMMANFATTNING	13
REFERENSER	13

BAKGRUND OCH SYFTE

Många av de våtmarker och vattensamlingar som en gång funnits i vårt landskap har dikats ut och därmed försvunnit. Anledningen har framför allt varit att skapa större landytor för produktion av jordbruksgrödor och skog. Våtmarkers funktion som naturens eget "vattenreningsverk" samt livsmiljö för en massa djur, insekter och växter saknas därför i landskapet. I dag görs stora ansträngningar för att återskapa, nyanlägga samt restaurera våtmarker i framför allt jordbrukslandskapet där syftet är att minska näringsläckage till havet samt öka den biologiska mångfalden.

Vid utdikning har diken och kulvertar grävts ner djupt jämfört med de ursprungliga vattennivåerna. Detta gör det därmed oftast svårt att leda in vatten till en våtmark utan att påverka omkringliggande mark. Att anlägga en våtmark med naturligt tilllopp från en djupt liggande kulvert eller stamledning är förenat med stora massförflyttningar och därmed stora kostnader. Landskapsbilden påverkas inte sällan negativt av djupa schakter.

Syftet med denna rapport är att titta på vindpumpslösningar vid våtmarksanläggning som gör det möjligt att lyfta vatten från intilliggande, djupt liggande, diken och dräneringssystem till våtmarker. Med denna teknik kan projekten i många fall bli kostnadseffektivare jämfört med



att utföra schaktarbeten ner till det aktuella vattenflödet. Våtmarken kan i stället anläggas genom att "valla in" ett område. Vatten pumpas sedan upp på markytan och släpps med självfall tillbaka till vattendraget då det passerat genom våtmarken.

Arbetet med att anlägga våtmarker och dammar med denna teknik är i Sverige relativt ny och det finns ännu inte så många referensobjekt. Intresset är stort och det planeras på flera håll nya anläggningar.

Produktutveckling för att optimera flödet samt förenkla service och installation pågår.

Bild 1 Vindpumpstorn med pumpbrunn

VINDPUMPEN

HISTORIA

Att utnyttja vindens kraft för mekaniskt arbete är en gammal teknik. Det finns dom som påstår att allt har sin början i Kina för mer än 2000 år sedan, vilket mycket väl kan vara korrekt. De tidigast dokumenterade vindkraftverken är från Persien omkring 500 – 900 e.Kr och de skall ha använts för just pumpning av vatten.

VINDPUMPAR I SVERIGE

I Sverige används vindpumpar främst för att förse kreatur, dammar och våtmarker med vatten. För mindre dammar och utvattning av kreatur är det vanligast med relativt små vindpumpar medan när det gäller större dammar och våtmarker så är det främst större vindpumpar som används. Anläggningen konstrueras så att vatten från intilliggande vattendrag pumpas till våtmarken med undantag då tillflödet är så litet att man då skulle riskera att torrlägga vattendraget. Vindpumpslösningen påverkar inte vattenföringen i vattendraget i övrig då det befintliga diket eller kulverten kommer att finnas kvar som innan. Pumplösningen kan användas till att fylla upp bevattningsdammars under höst, vinter och vår då man kan ta hand om "överskottsvatten" under höglödesperioder. Vattnet kan sedan användas för att vattna grödor under växtsäsongen.

TEKNIKEN BAKOM

ROTORN

Omvandling av rörelseenergin i vinden sker oftast via en mångbladig rotor, till skillnad från vindkraftverk för elproduktion som oftast är 3-bladiga. Utformning av rotorbladen är i princip likvärdig idag med hur det såg ut för 100 år sedan. Syftet med den mångbladiga rotorn är att överföra kraften även vid låga vindhastigheter och vindbyar. Rotordiametern är ofta från 1,5 m till 10 meter men den vanligaste rotordiametern är upp till 5 meter i Sverige.

KRAFTÖVERFÖRINGEN

Från rotorns cirkulär rörelse med axeln i horisontell riktning så skall kraften transformeras till en pump som oftast finns placerad under markytan i en brunn. Det finns två olika huvudtyper av system för kraftöverföring, via kolvslagsrörelse eller via roterande axel i vertikal riktning.

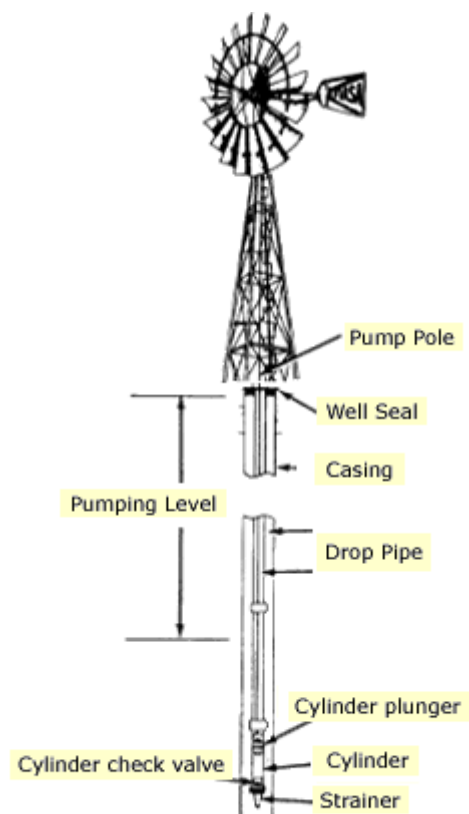


Bild 2 Principskiss vindpump

VINDMOTORN

Omvandling av kraften sker i något som kallas vindmotorn. Vindmotorn är den del som rotorn är fäst i och i denna finns även växellåda mm för att omvandla kraften som kommer från rotorn. Själva vindmotorn är placerad på ett torn och roterar fritt runt sin egen axel. Via en stjärtfena så riktar vindmotorn in rotorn vinkelrät mot vindriktningen. Vid kraftiga vindbyar eller vid höga vindhastigheter så vänds rotorn bort från vindriktningen för att undvika överbelastningar på utrustningen. Om vindhastigheten överstiger inställt värde för vindpump så stannar anläggningen helt genom att vindrotor vänds bort ifrån vindriktningen samt att en mekanisk broms aktiveras. Alla funktioner i vindmotorn är helt mekaniska och därmed används inga elektriska styrsystem.

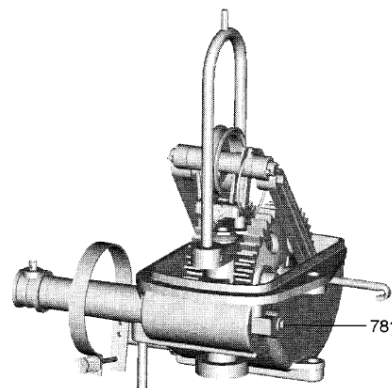


Bild 3 Vindmotor

PUMPEN

Vilken typ av pump som används är beroende på typ av kraftöverföring. För vindpumpar med en cirkulär axel kan t.ex. en skruppump användas via direktkoppling. Andra typer av rotationspumpar kan även användas via t.ex. remdrift. Det andra alternativet är pumpar som arbetar med kolvrörelse, kolvpumpar. Kolvpumpen arbetar i två steg. Första steget är att vatten strömmar in i kolvpumpens nedre del via beckventiler samtidigt som vatten på ovansidan av tätningen i cylindern lyfter upp och ut vattnet till t.ex. dammen. I steg två, dvs. den nedåtgående rörelsen av kolvstången så stängs backventilerna och det inneslutna vattnet i cylinderns nedre del trycks förbi packningen.



Bild 4 Kolvpump (Accio AB)

TORNET

Olika typer och höjder av torn till vindpumpar kan användas. I vissa länder använder man sig av enkla torn byggda i trä, med olika kvalitet och säkerhetsaspekter. Vanligast är att man använder sig av ett metalliskt 4-bens fackverkstorn eftersom utrymmet i tornet behövs för den nedåtgående axeln för kraftöverföring samt för röret för det uppkommande vattnet. Tornet kan vara lackerat eller galvaniserat beroende på kundens krav och tillverkarens produktutbud.



Bild 5 Vindpumpstorn vid montering

PUMPBRUNNEN

En pumpbrunn anläggs under tornet. Brunnen kan enkelt beskrivas som att den har ett inlopp som mynnar i tilloppsdiket och ett utlopp som mynnar i våtmarken. Dimensioner och höjder anpassas efter förutsättningar på den aktuella platsen.

DIMENSIONERINGSKRITERIER

Vindpumpen har främst använts för pumpning av vatten med relativt stora uppfodringshöjder, dvs. avståndet mellan vattenytan i brunnen och utloppet från vindpumpens pumprör. För vattendjup ner till ca 300 m kan vindpumpar användas. Våtmarker och dammar har oftast relativt låg uppfodringshöjd, ofta bara 3-5 meter. Detta gör att mindre energi erfordras för att lyfta vattnet. Ett större flöde eller bättre dellastsegenskaper fås vid låga lyfthöjder. För att bestämma lämplig konfiguration så behövs uppgifter på

- Uppfodringshöjd
- Önskat flöde (toppflöde eller flöde vid en viss driftspunkt)
- Årsmedelvind
- Placering
- Omkringliggande vegetation, höjd och avstånd till vindpumpen

UPPFODRINGSHÖJD

Den maximala uppfodringshöjden utgörs av skillnaden mellan den lägsta nivån på vattenytan i källan i förhållande till nivån som vattnet skall släppas ut från pumpröret i vindpumpen. Ofta är det praktiskt att förlägga utloppet under markytan för att undvika problem med frysta ledningar på vintern.

FLÖDESDIMENSIONERING

Beroende på användningen och hur vindförhållande ser ut lokalt så kan man antingen välja ett stort maximalt flöde eller prioritera ett något lägre toppflöde för att få bättre dellastegenskaper. I normalfallet (om inte extremt goda vindförhållande råder under den tiden på året då man behöver vattnet som mest) så ger ett något mindre toppflöde ett större ackumulerat flöde på årsbasis. Genom kombination mellan rotordiameter, tornhöjd, uppfodringshöjd och pumpdimension så kan flödesdimensionering genomföras.

ÅRSMEDELVIND

De vindmätningar som finns att tillgå är oftast uppmätta på betydligt högre höjder än normalhöjden för en vindpump. Befintliga årsmedelvärden gällande vindhastigheter för en plats ger trots detta användbar information om egna mätningar saknas. Önskas mer detaljerade uppgifter så måste vindmätningar genomföras under en längre tid för att upprätta bättre dimensioneringsuppgifter. Eftersom vindpumpen även i normalfallet arbetar vid svaga vindar och vindbyar så är det viktigt med en detaljerad vindmätning även under en kortare period men med kort loggningsintervall.

I de flesta fall föregås inte installationen av en vindpump av mätningar. Markägaren har oftast en god erfarenhet om vindförhållanden och har därför valt ut bäst tänkbara plats för placeringen. Eventuellt genomförs kortare vindmätningsserier för att utvärdera skillnader mellan olika tänkbara platser. I det fallet genomförs en samtidig loggning på samtliga platser och en jämförande analys genomförs.

PLACERING OCH ANLÄGGNING AV VINDPUMP

Vindpumpens placering är lämpligen mellan platsen för vattenuttaget och våtmarken. Den skall helst anläggas så att markytan där den står ligger ca 1 meter över vattenytan i våtmarken. Detta för att vattnet skall rinna med självfall ifrån pumpbrunnen och att tillräcklig överfyllnad över rördelar minskar risken för igenfrysning.

Arbetet med att anlägga en vindpump består till en del av transporter av material varför närhet till väg är en fördel. Fundament gjuts av betong samt resning av torn måste göras med någon form av kran varför markens bärighet måste vara god. Det kan ibland vara möjligt att köra ut tyngre fordon på marker med lite sämre markförhållanden vid tjäle eller vid längre torrperioder men inget att räkna med.



Bild 6 Resning av torn med rotor

OMKRINGLIGGANDE VEGETATION, HÖJD OCH AVSTÅND TILL VINDPUMPEN

Tornhöjden dimensioneras efter hur omgivningen ser ut. Idealt skall det vara en fri yta på 400 m runt vindpumpen. Med fri yta menas att inga storkällor (vegetation, byggnader mm) som är högre än centrumhöjden på vindrotorn – 5 meter skall finnas. I det fall detta finns i mindre omfattning påverkar det endast vindpumpen marginellt på årsbasis.

PUMPKURVOR

För vindpumpar finns framtagna pumpkurvor med angivelse av förutsättningar för flöden vid olika rotordimensioner och storlek på pumpar. Angivelsen gäller oftast vid en given driftspunkt som i normalfallet ligger på 7 – 9 m/s.

Som ett exempel så ger en vindrotor på 4.88m (16 feet) och en 8" kolvpump ca 12.5 m³/h och en uppfodringshöjd på 15.2 m. Om vi med samma rotor väljer en 6" pump så blir flödet 7.1 m³/h och uppfodringshöjden 25.9 m. Flödet minskar således med 45 % samtidigt som uppfodringshöjden ökar med 70 %.

Mer intressant är dock jämförelsen mellan samma pumpdimension mot olika rotordiametrar. Om vi väljer en 6" pump och har en uppfodringshöjd på 5 meter klarar vi oss teoretiskt med en rotordiameter på 2.44 m. Den kombinationen ger dock relativt höga startvindar vilket är negativt sett på årsutbytet. Rekommendationen som bygger på erfarenhetsvärden och loggningar är att eftersträva 10 - 15 m uppfodringshöjd till en normal våtmarksapplikation (FH). Detta skulle innebära att en rotordiameter på 3.66m till 4.27m enligt tabellen nedan. I områden med goda vindförhållanden kan den mindre rotordiametern väljas och vid lite sämre förhållande eller om man vill ha goda dellastegenskaper så bör den större väljas. Jämför man de båda rotordiametrarna och fixerar uppfodringshöjden till 16.8 m så ser man i tabellen att den större rotordiametern klarar att "producera" ca 45 % mer vatten vid samma driftsförhållande (5" resp 6" pump).

Effekten som kan fås ut från en vindrotor betecknas med ekvation 1. Den består av en systemkoefficient C rotordiameter d och vindhastigheten v.

$$P = Cd^2v^3 \text{ [ekv 1]}$$

Genom att förändra rotordiametern från 3.66 m till 4.27 m så förändras pumpeffekten ca 36 %. Differensen mellan 36 % och 45 % utgörs av skillnader i friktionskrafternas inverkan på det totala arbetet som krävs. Generellt kan sägas att tekniskt så bör få och stora pumpar väljas framför många små. I dag finns en begränsning uppåt på 6" när det gäller standard kolvpumpar. Specialtillverkning av större pumpar är fullt möjligt men ej ekonomiskt försvarbart.

Pumpkapacitetstabell								
Cylinderdiamet er (tum)	Pumpkapacitet Liter per timme				Pumphöjd (m) Rotordiameter (m)			
	1.83 m	2.44 - 4.88 m	1.83	2.44	3.05	3.66	4.27	4.88
1¼	397	568	39.6	56.4	85.3	128.0	182.9	304.8
1½	473	681	37	53	79	119	171	280
2	492	719	29.0	42.7	65.5	97.5	140.2	228.6
2¼	681	984	23	34	52	76	110	180
2½	852	1230	19.8	28.7	42.7	64.0	91.4	149.4
2¾	1003	1457	17	24	37	55	79	130
3	1211	1779	14.3	20.7	30.5	47.2	67.1	109.7
3¼	1400	2082	12	18	27	40	56	93
3½	1665	2422	10.7	15.2	14.0	35.1	48.8	80.8
3¾	1893	2763	9	13	20	30	44	70
4	2157	3142	8.2	11.9	17.7	26.2	38.1	61.0
4¼	---	3558	---	10	16	23	34	55
4½	2744	3974	6.4	9.1	14.0	20.7	29.9	48.8
4¾	---	4428	---	...	12	19	27	43
5	3407	4921	5.2	7.6	11.3	16.8	24.4	39.6
5¼	---	6435	...	...	...	12	18	30
6	---	7097	...	5.2	7.6	11.6	16.8	25.9
7	---	9652	...	...	6	9	12	20
8	---	12491	...	...	4.3	6.7	9.4	15.2

Bild 7 Pumpkapacitetstabell

SPECIALANPASSNING TILL VÅTMARKER - PRODUKTUTVECKLING

I ett samarbete mellan pumpbrunnsleverantören RTM Försäljnings AB och vindpumpsleverantören Accio AB har en specifik lösning arbetats fram för att optimera flöden mot investeringskostnad och rotordiameter. Ett system med 4 st. 4" kolvpumpar används till en våtmark i nordvästra Skåne. Principen är att en extra pumpbrunn (brunnsraket) monteras i en ytterbrunn, se bild 5. 4 st. pumpar monteras i brunnsraketerna som även fungerar som pumprör.

En noggrann uppföljning och dataloggning av vindhastigheter och momentana flöden har genomförts efter ombyggnaden till 4 pumps systemet. Utfallet från mätningarna visar på ett bättre resultat än beräkningarna. Den uppmätta pumpkurvan för konfigurationen kan ses i bild 9.



Bild 8 Montage av "Brunnsraket" (Foto: Kenny Hansson)

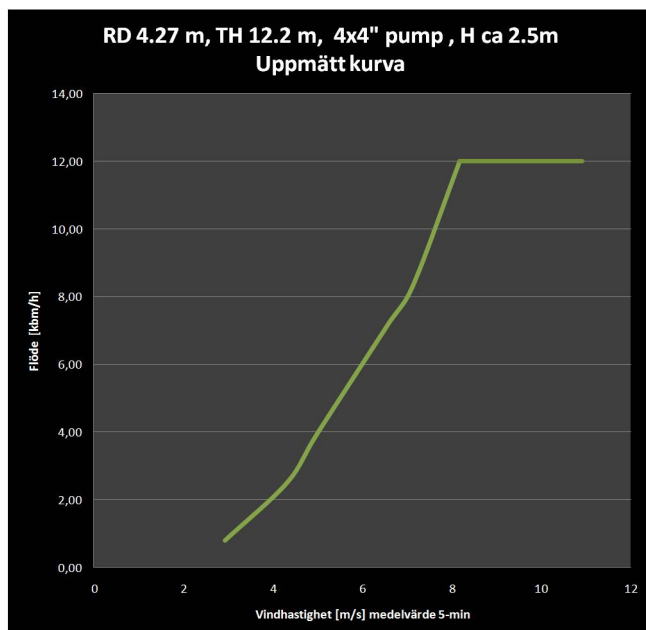


Bild 9 Pumpkurva 4 st 4" Kolvpumpar

BYGGLOVSPLIKT

Vindpumpar med en rotordiameter mindre än 3 meter tillsammans med att de är placerade minst lika långt ifrån grannfastigheten som torn inkl. rotor är högt erfordrar inget generellt bygglov. Lokala föreskrifter kan dock föreskriva annat varvid en kontroll mot det kommunala byggnadskontoret alltid bör göras av markägaren. Bygglov och bygganmälan är förenat med en del kostnader för administration och ansökan.

VAD KOSTAR EN VINDPUMP?

Kostnaden kan indelas i två huvudkostnader, material och montering. Materialkostnaden utgörs här av vindpump, torn, pumprör och pumpstänger 3 meter under markyta. Materialpriserna är beroende på gällande valutakurser. Monteringskostnaden är generellt framtagna och kan variera beroende på lokalisering. Lyft ingår ej i monteringskostnaden eftersom relativt stora skillnader kan förekomma mellan olika platser.

Rotordiameter	Tornhöjd	Pumpkonfig	Nom flöde [m ³ /h]	Materialpris	Montage*	Investering per flöde Kr/lit nom flöde
3.3 m	9 m	Rotation	4.0	92 000:-	75 000:-	41.75
4.6 m	9 m	Rotation	7.1	127 000:-	75 000:-	28.45
5.5 m	12 m	Rotation	13.0	165 000:-	85 000:-	19.23
7.8 m	18 m	Rotation	22.0	325 000:-	120 000:-	20.23
1.83 m	6 m	Kolvpump 3"	1.2	37 000:-	40 000:-	70.33
2.44 m	6 m	Kolvpump 4"	3.1	41 000:-	40 000:-	26.13
3.05 m	8.2 m	Kolvpump 4"	3.1	65 000:-	75 000:-	45.16
3.05 m	8.2 m	Kolvpump 6"	7.1	75 000:-	75 000:-	21.13
3.66 m	8.2 m	Kolvpump 6"	7.1	106 000:-	75 000:-	25.49
4.27 m	12.2 m	Kolvpump 4x4"	12.6	149 000:-	75 000:-	17.78
4.88 m	12.2 m	Kolvpump 4X6"	28.4	227 000:-	90 000:-	11.16

* Uppskattad kostnad för normalapplikation. Variationer pga markens bärighet och möjlighet till framkomst med maskiner kan påverka kostnaden.

Kostnad för pumpbrunn och tillkommande in och utloppsrör tillkommer. För alternativen 4 st kolvpumpar tillkommer kostnad för innerbrunn. Priset beroende på konfiguration, 35 000:- - 50 000:-.

Specifik investering (kr/lit) minskar med storleken på vindpump. Notera att rotordiametern i förhållande till pumpstorleken påverkar erforderlig startvind.

UNDERHÅLL - LIVSLÄNGD

Vindpumpar är framtagna för att drivas med minimalt underhåll under lång tid. En årlig översyn och oljebyte rekommenderas. Vindpumpar med kolvpumpar är mer tåliga för pumpning av vatten där partiklar kan förekomma. Livslängden för en vindpump kan utan vidare vara flera decennium.

ALTERNATIVA PUMPLÖSNINGAR

ELDRIVNA PUMPAR – SOL OCH/ELLER VIND

Ett alternativ till en vindpump är en eldriven undervattenspump som drivs av solceller eller ett mindre vindkraftverk, eller i en kombination av de båda alternativen. Dessa pumpar är speciellt framtagna för att klara relativt stora spänningsvariationer för denna typ av systemlösning. Dessa pumpar är mer känsliga för partiklar i vattnet än en vindpump med kolvpumpsbestyckning.

Vindförhållande och solinstrålning påverkar utbytet och i nedanstående beräkningar har antagningar för södra Sverige gjorts. Varje enskild systemlösning måste projekteras för att balansera laster och batteri-bank. Batterier är inte medtagna i beräkningarna. Montagetkostnad tillkommer med ca 15 000:- - 20 000:-.

Typ	Snittflöde [m ³ /h]	Toppflöde [m ³ /h]	Material	Inv/flöde [kr/lit]
4 st solpaneler med undervattenspump	0.22	1.73	65 000:-	37.57
Vindturbin med undervattenspump	0.70	2.34	95 000:-	40.6
8 st solpaneler med undervattenspump	0.44	3.46	95 000:-	27.46

Fördelen med denna typ av lösning är att vattnet kan transporteras från källan och tryckas via en markledning relativt långa sträckor. Via en kombination mellan sol och vind möjliggörs även ett mer kontinuerligt flöde än om ett av alternativen väljs. Inget krav eller kostnad för grävning av rörledning till pumpbrunn tillkommer. Årlig översyn av systemet behövs. Batteribanken kan vara relativt dyr och denna måste även placeras i lämplig inneslutning.

NÄTANSLUTNA ELPUMPAR

Som en jämförelse så kostar en nätansluten pump för partiklar upp till 10 mm och ett flöde på 12 kbm/h under 10 000:- i inköp. Effekten ligger på ca 1 kW vilket skulle ge en årlig elanvändning på 8760 kWh vid kontinuerlig drift. Eventuellt erfordras extra kylning av pumpen om kontinuerlig drift önskas.

Med ett antaget elpris om 1 kr/kWh och en årlig energiprisökning om 3% blir energikostnaden för 20 års drift 238 915:-.

Skillnader i underhållskostnader kan vara försumbara då pumpen är förhållandevis billig i inköp mot att slitagedelarna för en kolvindhypump är billiga.

En kostnad som inte är medtagen här beroende på stora prisskillnader är kostnaden för att dra fram elektisk kraft om detta saknas. Exempelvis så kostar en anslutning inom 1200 m 39 000:- (Källa www.eon.se 2009-12-14). Fasta avgifter bör även tas med vilket ytterligare påverkar den eldrivna pumpens LCC kostnad. Miljöaspekterna väger även tungt just vid denna typ av applikationer.

Att ansluta en elektrisk pump som inte är framtagen för drift tillsammans med förnyelsebar energikälla så som solceller och vindgenerator innebär i många fall att extra förluster fås pga omvandlingen av spänningen.

Samtliga priser angivna exkl gällande mervärdesskatt.

SAMMANFATTNING

Vindpumpslösningar vid våtmarksanläggning kan vara ett mycket kostnadseffektivt sätt att skapa vattenytor i odlingslandskapet om förutsättningarna på platsen är de rätta. Idealplatsen är ett flackt och öppet område intill ett vattendrag eller dikessystem med goda vindförhållanden. Markförhållanden under den framtida vattenytan måste också vara goda där man eftersträvar jordarter med finmaterial och med låg genomsläpplighet. Ganska stora investeringskostnader för anläggning av vindpumpen gör det ändå konkurrenskraftigt jämfört med stora schaktarbeten vid anläggning av självfallsvåtmarker med tillopp från djupt liggande kulvert- eller dikessystem. Energin till driften av vindpumpen är ju under vindpumpens hela livslängd gratis.

Vindpumparnas konstruktion som helt igenom är mekanisk gör den enkel att sköta och serva. Driftsstörningar beroende på partiklar i vatten är den relativt okänslig för. Vet man om att det förekommer mycket och större partiklar i det aktuella vattendraget är det enkelt att installera ett galler på inloppsröret till pumpbrunnen som sedan vid behov kan rensas.

Jämförelser med alternativen el-pumpar drivna av sol- och vind kan göras. Investeringskostnaden blir betydligt lägre men om man tittar på längre sikt så bedöms de rörliga kostnaderna i form av reparationer och byte av batterier mm som en osäkerhet.

Nätanslutna el-pumpar har fördelen att de är enkla och billiga att installera om det finns en inkopplingspunkt på plats. Nackdelen är ju de löpande kostnaderna som det inte finns något slut på. Eldrivna pumpar är också känsligare för partiklar i vattnet jämfört med kolvpumparna på vindpumpen. Fördelen är att pumpning kan ske kontinuerligt utan att vara beroende av vind och sol.

Principen för samtliga beskrivna lösningar fungerar på samma sätt om man tittar på våtmarkens funktion. Vattenytan i våtmarken påverkar inte omkringliggande fastigheter och det befintliga dikes- eller kulvertsystemet finns kvar och med samma kapacitet och funktion som innan. Man kan enkelt anpassa de olika lösningarna så att lågvattenflödet i vattendraget kan passera.

REFERENSER

Fakta kring kostnader, dimensioneringar och kapacitet har inhämtats ifrån Fredrik Hansson på Accio AB (www.accio.se) som levererar kompletta vindpumpslösningar



Naturvårdsingenjörerna AB
Gulastorp 7720
281 92 HÄSSLEHOLM
0451-495 90
www.naturvard.nu