

Datum
2016-08-25

Blåherremölla

Beräkning av erforderligt vattenflöde för att driva möllan



Studiebesök vid Blåherremölla 2016-08-13

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	VATTENFÖRBRUKNING VID BLÅHERREMÖLLA.....	3
1.1	Orientering	3
1.2	Beräkning av erforderligt flöde för att driva möllan.....	4
1.2.1	Allmänt.....	4
1.2.2	Vattenmätning nr. 1 i intagskanalen	5
1.2.3	Vattenmätning nr. 2 i utloppskanalen.....	5
1.2.4	Vattenmätning nr 3 över den bestämmande sektionen.....	6
1.2.5	Vattenmätning nr 4 i intagsrännan.....	7
1.3	Slutsats	7

1 VATTENFÖRBRUKNING VID BLÅHERREMÖLLA

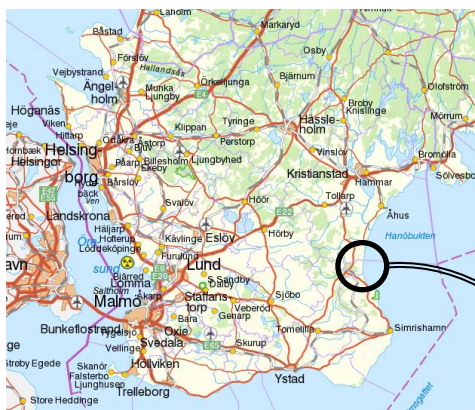
1.1 Orientering

Blåherremölla utnyttjar flödet i Julebodaån som avvattnar ett 46,9 km² stort område i västra Skåne, se figur 1:1 och 1:2. Enligt SMHI:s vattenwebb betecknas Julebodaåns totala avrinningsområde som SUBID 154. Vid utloppet i Hanöbukten har SMHI beräknat medelflödet 1999-2014 till 0,42 m³/s.

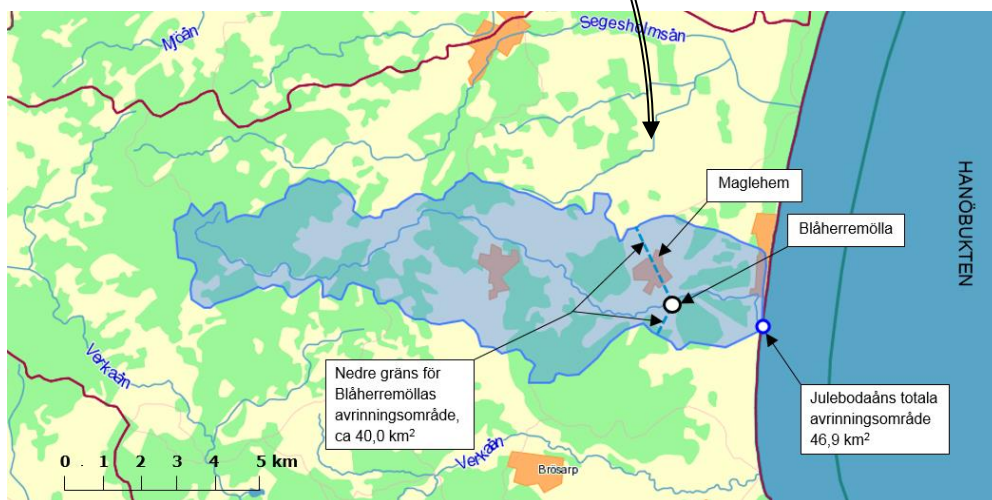
Vattenmöllan är belägen ca 3,3 km uppströms Julebodaåns utlopp i Hanöbukten. Vattenmöllans avrinningsområde är ca 40 km².

Vattenmöllan saknar kvarndamm varför den är beroende av ett konstant högt flöde i Julebodaån.

Kvarnhjulet har diametern 4,0 m vilket är samma diameter som det planerade kvarnhjulet i Mölles vattenmølla beräknas få. Blåherremølla och Mölles vattenmølla har därför ungefär samma vattenbehov vid full drift.



Figur 1:1. Översiktskarta.



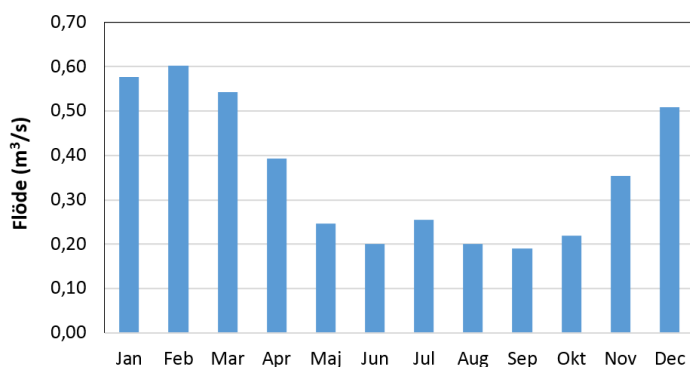
Figur 1:2. Julebodaåns och Blåherremøllas avrinningsområden.

Med utgångspunkt från SMHI:s beräknade dygnsflöden 1991-2014 vid Julebodaåns utlopp i Hanöbukten har följande månadsmedelflöden och årsmedelflöde i m³/s beräknats vid Blåherremölla:

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	År
0,58	0,60	0,54	0,39	0,25	0,20	0,26	0,20	0,19	0,22	0,35	0,51	0,36

Tabell 1:1. Månadsmedelflöden i m³/s vid Blåherremölla

Tabell 1:1 har sammanställts i nedanstående diagram:



Figur 1:3. Månadsmedelflöden vid Blåherremölla.

1.2 Beräkning av erforderligt flöde för att driva möllan

1.2.1 Allmänt

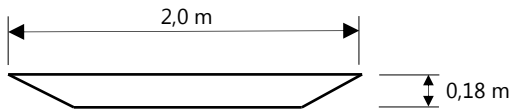
Möllan i Blåherremölla besöktes den 13 augusti 2016 av föreningen "Vattenmöllans vänner" i Mölle. Enligt Blåherremöllans ägare var det då ovanligt lite vatten och tillrinningen räckte nätt och jämnt för att driva kvarnhjulen. Mängden mjöl som kunde malas var försumbar.

Fyra mycket grova mätningar av flödet genomfördes:

1. Inloppskanalens tvärsektion utmed en ca 4 m lång sträcka med likformig sektion uppmättes. Därefter beräknades vattenhastigheten genom att ett löv släpptes i vattnet och tiden att flyta den 4 m långa sträckan mättes varefter flödet beräknades.
2. Motsvarande mätning utfördes i utloppskanalen nedströms vattenhjulet utmed en 7,5 m lång sträcka.
3. Vid intagsluckan finns en bestämmande sektion där vattnet övergår från strömmande till stråkande tillstånd. Vattendjupet uppströms och nedströms den bestämmande sektionen uppmättes varefter flödet beräknades.
4. I intagsrännan omedelbart uppströms vattenhjulet flöt vattnet med s.k. naturligt vattendjup. Med utgångspunkt från detta beräknades flödet i rännan.

1.2.2 Vattenmätning nr. 1 i intagskanalen

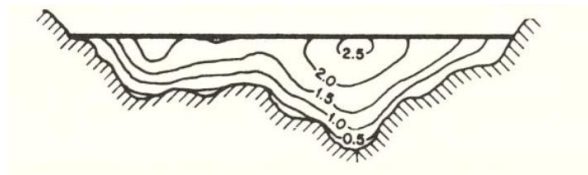
Nedanstående tvärsnitt uppmättes på en sträcka av 4,0 m i intagskanalen:



Figur 1:4. Tvärsnitt intagskanal

Tvårsnittets arean A är ca $0,30 \text{ m}^2$. Det tog ca 6 sek för ett löv att färdas den 4 m långa sträckan. Hastigheten v på vattenytan var då $0,67 \text{ m/s}$.

I en tvärsnitt som i figur 1:4 är hastigheten högst i mitten nära vattenytan och betydligt lägre utmed stränderna och botten. Detta framgår av nedanstående hastighetsfördelning som hämtats från CTH:s kursbok "Hydraulik för vattenbyggare".



Figur 1:5. Hastighetsfördelning i älvsektion.

Enligt en tumregel är en tvärsnitts medelhastighet v_{medel} ca 50-70 % av dess ythastighet.

I detta fall antas medelhastigheten vara ca 60 % av ythastigheten med hänsyn till att bredden är relativt stor i förhållande till djupet. I intagskanalen är således medelhastigheten $v_{\text{medel}} = 0,6 * 0,67 = 0,40 \text{ m/s}$.

Vattenföringen $Q = A * v_{\text{medel}} = 0,30 * 0,40 = 0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ (=120 l/s).

1.2.3 Vattenmätning nr. 2 i utloppskanalen

I utloppskanalen finns en 7,5 m lång sträcka med en likformig tvärsnitt där vattnet är strömmande. Tvärsnittet är i stort sett rektangulär med bredden 0,8 m, vattendjupet var 0,25 m vid mätillfället. Tvårsnittets arean var då $0,20 \text{ m}^2$.

Ett löv färdades den 7,5 m långa sträckan på ca 10 sekunder, dvs med hastigheten $0,75 \text{ m/s}$. Med hänsyn till den ojämna hastighetsfördelningen enligt Figur 1:5 samt att förhållandet mellan bredd och djup är mindre än i intagskanalen antas att medelhastigheten är ca 70 % av ythastigheten. Medelhastigheten blir då ca $0,7 * 0,75 = 0,53 \text{ m/s}$ och vattenföringen $0,10 \text{ m}^3/\text{s}$ (=100 l/s).

OBS att vattenföringen ska vara densamma i intags- och utloppskanalen. Pga de grova mätmetoderna skiljer sig dock flödena med $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$.

1.2.4 Vattenmätning nr 3 över den bestämmande sektionen

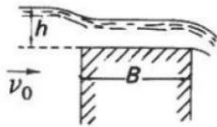
I läget för intagsluckan bildas en s.k. bestämmande sektion över luckans tröskel där vattnet på en kort sträcka, ca 0,2 m, övergår från strömmande till stråkande tillstånd. Nedströms tröskeln återgår vattnet till strömmande tillstånd. Vattenståndet nedströms luckans tröskel är högre än tröskelns nivå varför motdämning uppstår.

Luckans bredd (=tröskelns bredd b) är 1,3 m.

Uppströms luckan låg vattenytan vid mättilfället ca 0,20 m högre än tröskelnivån och nedströms låg vattenytan ca 0,1 m högre än tröskeln.

Vid beräkning av flödet bortses i ett första steg från motdämningens inverkan, därefter reduceras det beräknade flödet för motdämningen.

I nedanstående figur visas ett s.k. Brett överfall som kan liknas vid det aktuella överfallet vid intagsluckan.



Figur 1:6. Brett överfall.

Vattendjupet $h=0,2$ m framför luckans tröskel är litet i förhållande till tröskelns längd B . Eftersom bottenivån nedströms tröskeln ligger ungefär på tröskelnivån är längden B åtminstone ca 2 m. Förhållandet $h/B < 0,1$.

Flödet Q i m^3/s beräknas med formeln

$$Q = \frac{2}{3} * \mu * b * \sqrt{2g} * h^{\frac{3}{2}}$$

där

μ = avbördningskoefficienten

b = utskovets (luckans) bredd (m)

h = överfallshöjden, dvs höjdskillnaden mellan vattenytan omedelbart uppströms luckan och luckans tröskel (m)

För förhållandet $h/B < 0,1$ blir $\mu=0,48$

$$Q = \frac{2}{3} * 0,48 * 1,3 * \sqrt{2g} * 0,2^{\frac{3}{2}} = 0,165 \text{ m}^3/\text{s} (=165 \text{ l/s})$$

Det beräknade flödet ska reduceras för inverkan av motdämning. När förhållandet mellan vattendjupet nedströms och uppströms tröskeln är $0,1/0,2=0,5$ blir denna korrektionskoefficient = 0,8.

Det korrigerade flödet över den bestämmande sektionen blir således

$$Q = 0,8 * 0,165 = 0,13 \text{ m}^3/\text{s} (=130 \text{ l/s}).$$

1.2.5 Vattenmätning nr 4 i intagsrännan

Mätningen utfördes i intagsrännan omedelbart uppströms kvarnhjulet. Rännans bredd är 0,80 m och vattendjupet i rännan vid mättillfället var 0,07 m.

Med ett vattenpass uppmättes att rännan föll 0,02 m på en sträcka av 0,61 m.

Det bedömdes att ett s.k. naturligt vattendjup hade bildats i rännan som är utförd i trä med mycket låg friktionskoefficient.

Flödet Q (m^3/s) i rännan kan då beräknas med Mannings formel.

$$Q = A_v * M * R_h^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I}$$

där

A_v = våt tvärsnittsarea (m^2)

M = Mannings tal (= 80 för en gammal träränna som är sliten av vatten)

R_h = hydrauliska radien (m)

I = rännans lutning

$$A_v = 0,07 * 0,8 = 0,056 \text{ m}^2$$

$$R_h = 0,056 / (0,07 * 2 + 0,8) = 0,0596 \text{ m}$$

$$I = 0,02 / 0,61 = 0,0328$$

$$Q = 0,056 * 80 * 0,0596^{\frac{2}{3}} * \sqrt{0,0328} = 0,12 \text{ m}^3/\text{s} (=120 \text{ l/s})$$

1.3 Slutsats

Vattenföringen i Julebodaån vid Blåherremölla den 13 augusti 2016 har uppskattats med 4 approximativa mätmetoder.

Metod	Mätplats	Beräknat flöde (m^3/s)
1	Intagskanalen	0,12
2	Utloppskanalen	0,10
3	Bestämmande sektion vid intagsluckan	0,13
4	Vattendjup i intagsrännan	0,12

Tabell 1:2. Resultat

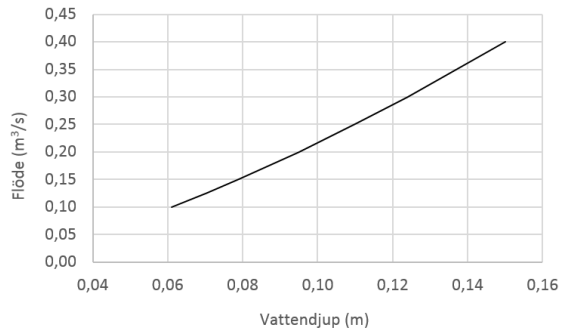
Vattenföringen vid Blåherremölla låg i intervallet 0,10 – 0,13 m^3/s vid mättillfället den 13 augusti 2016. Detta flöde räcker till att driva runt vattenhjulet och kvarnstenen. Det är dock inte tillräckligt för att mala mjöl, utbytet var försumbart.

Enligt kvarnägaren var flödet ovanligt lågt. Hans bedömning styrks av figur 1:3 som visar att medelflödet i augusti är ca 0,20 m^3/s .

Den utförda mätningen visar tyvärr inte hur mycket vatten som krävs för att köra kvarnen med godtagbar effektivitet. För detta krävs ytterligare mätningar.

Ett enkelt sätt att utföra dessa mätningar är att mäta vattendjupet i intagsrännan vid några tillfällen då kvarnen maler mjöl med god effektivitet.

Nedanstående diagram visar samband mellan vattendjup i rännan och inkommande flöde i m^3/s till kvarnhjulet:



Figur 1:7. Samband mellan vattendjup och flöde.

Vid t.ex. vattendjupet 0,12 m (=12 cm) är flödet genom rännan ca $0,257 \text{ m}^3/\text{s}$ (=257 l/s).