

## Kapitel 6. Att tillverka och spara snö

### Inledning

Som tidigare tagits upp i skriften är bristen på natursnö i landet ett problem för svensk längdskidåkning på alla nivåer. För att säkra snötillgången, få en tidig uppstart och en lång stabil skidsäsong har många föreningar och kommuner investerat i system för att tillverka snö, så kallade konstsnöanläggningar eller konstsnöspår. Klimatförändringarna mot allt varmare vintrar talar för att anläggningarna behöver satsa på konstsnösystem som effektivt kan tillverka stora mängder snö på kort tid under kalla dygn.

Utvecklingen av utrustningen inom området och behovet av snötillverkning i landet ökar snabbt. Centralt i denna process är att förstå hur man effektivt tillverkar och sparar snö.

### Snötillverkning

”Luft, vatten, energi och köldgrader är allt som behövs för att tillverka snö med snökanon”.

Att göra snö är ett hantverk och kräver utbildning och erfarenhet.

För att snötillverkningen ska bli optimal så finns det faktorer som påverkar:

- det ska vara minusgrader
- låg luftfuktighet
- svag vind

Vatten pumpas av en matarpump från exempelvis en sjö, bäck eller damm/reservoar till en högtryckspump i ett pumphus/container som höjer trycket till 15-40 bar på vattnet som sedan går ut i högtrycksledningar till snökanonerna. Luft tillsätts med ett tryck på 7-10 bar från en central kompressor ut i högtrycksledningar om snökanonerna är av typen lansar. Fläktkanoner har egen kompressor och även viss typ av lansar kan ha egen mindre kompressor på kanonen. Luft och vatten blandas i munstycken som sedan skickar ut vattendropparna i luften och snökristaller bildas. Ju högre över marken en snökanon är placerad eller med längre kastlängd desto bättre avkyllning/kvalitet och spridning av vattendropparna/snökristallerna.

Tillverkad snö är slitstark och väsentligt tåligare mot vind, regn och sol än vad natursnö är. Detta tack vare att snökanonsnö är väldigt kompakt medan natursnö innehåller stora mängder luft. 50 cm tillverkad/snökanonsnö motsvarar cirka 130 cm packad natursnö. Lägga spåret så vindskyddat som möjligt, oftast är det den varma vinden från syd – väst som tar hårdast på snön. Det går också att sätta upp olika typer av vindskydd för att spara på snön.

Snökanonsnö är betydligt tyngre än vanlig natursnö, vilket innebär att det är bra om elledningen till belysningen är nedgrävd och att det är tillräcklig bredd på spåret så att det

inte hamnar för mycket snö i träden som då kan knäckas av snötyngden. Man bör även gallra ut mindre träd såsom unga björkar och tallar som ofta viker sig av tyngden från snön.

Fler och fler skidanläggningar går över till automatiska system, där all drift och övervakning är datoriserad. Regelbundna mätningar görs på lufttemperatur, vattentemperatur och luftfuktighet. Detta reglerar sedan den vattenmängd som matas ut ur snökanonen för att göra rätt mängd och snökvalitet.

På våren då snön smälter rinner vattnet som använts tillbaka till sjön eller vattendragen.

Tre viktiga faktorer för att tillverka snö är luftens temperatur, vattnets temperatur och luftfuktigheten.

- Ju kallare luft desto bättre kylning, vilket underlättar tillverkningen av snö. Eftersom utomhusluftens temperatur inte går att påverka gäller det att passa på att tillverka snö när temperaturen är gynnsam. Med modern teknik ligger gränsen för att börja tillverkning på ca 2 – 3 minusgrader vid normal luftfuktighet.
- Varje grad som vattentemperaturen kan sänkas är gynnsam för snöproduktionen. Ju kallare vatten, desto lättare är snötillverkningen. Vattnet till snökanonerna tas i allmänhet direkt från naturen och temperaturen kan därför variera mycket. Vattnet skall vara relativt rent från slam och sandpartiklar som annars kan förstöra pumpsystemet. Vattnet kan gärna innehålla en viss mängd humus, då bildas snabbare en iskristall och snöproduktionen ökas. Kommunalt vatten är oftast +6 - +8 grader vilket är för varmt för att effektivt producera snö. Alternativet är att kyla vattnet med hjälp av ett kyltorn eller en grävd damm för att sänka vattentemperaturen till ner mot +2 grader. Det bästa är att ta vatten direkt från en å, älv, sjö eller en damm. En vattentemperatur på minimum två grader är lämplig, annars blir frysrisk i slangar och munstycken för svår att hantera.
- Ju lägre luftfuktighet, desto mer snö kan man tillverka. Luften kan innehålla olika mycket fukt, alltså förångat vatten. Det kallas relativ fuktighet och räknas i procent. Fuktigheten är beroende av temperaturen och vädret i övrigt. Ju lägre luftfuktighet desto mer vatten är det möjligt att tillsätta med snökanon.

Wetbulb är ett temperaturvärde som är direkt beroende av luftens relativa fuktighet. Den temperaturen är alltid lägre än den vanliga temperaturen. Mätaren för wetbulb mäter luftens temperatur och luftfuktighet och beräknar sedan den våta temperaturen automatiskt. Wetbulbvärdet kan sedan styra snötillverkningen.

Wet-bulb klocka som är ett bra hjälpmedel:

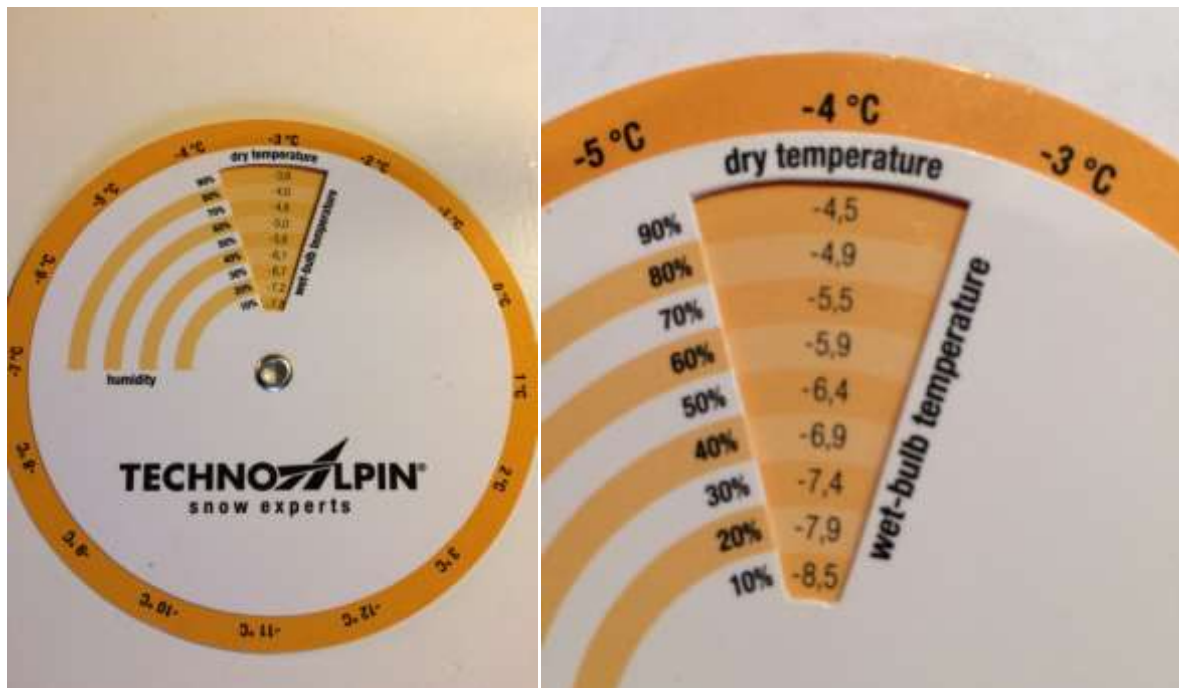


Foto Per-Åke Yttergård

### Snökvalitet

Kvaliteten på den tillverkade snön påverkas av luftfuktighet, vattentryck, vattenmängd (antal liter/minut) och luftmängd från kompressorer. Man kan likna is/snökristallen under snötillverkningen med ett koagulerande ägg vid kokning. Vid för hög yttre temperatur, <-3 grader, blir det bara vatten eller slask när snön når marken, ungefär som ett okokt ägg. Vid lägre temperaturer är det lättare att tillverka snö och kvaliteten på slutresultatet höjs. När temperaturen sjunker, helst >-4>, blir snön torrare och torrare, speciellt vid lägre luftfuktighet. Precis som ägget blir mer och mer hållfast och hårdkokt vid längre kokning. Vid lägre temperatur blir även snön lättare att bearbeta och man kan tidigarelägga utkörning och preparering.

Med modern utrustning kan man ställa in vilken snökvalitet man vill tillverka. Då används oftast en skala från 1, mycket torr snö, till 9, mycket blöt snö. Att krama en snöboll ger ett bra mått på kvaliteten. Med mycket torr snö kan man inte krama ihop en snöboll. Med mycket blöt snö får man vattenavrinning av snöbollen. Denna kan graderas efter hur ytan på snöbollen blir. För snöproduktion passande längdskidåkning rekommenderas torr snö som är snökvalitet 4-5 på skalan med en egenvikt/densitet av ca 400 kg per m<sup>3</sup> snö. Rinner det vatten ur snöhögen så är det för vått och man har slösat med såväl energi, vatten som arbetsinsats. Med rätt snökvalitet och modern teknik får man av 1 m<sup>3</sup> vatten ut 2,5 m<sup>3</sup> snö.

## Ingen tjäle i marken

I södra Sverige är det sällan tjäle i marken när man vill börja tillverka snö. Värmen strömmar alltid upp från marken, vilket tinar och tär på snön underifrån. Om man lägger torr snö isolerar den bättre och snön ovanför tinar långsammare jämfört med om den tillverkade snön är våt. På samma sätt är det på ovansidan av snölagret. Ett torrt snölager isolerar bättre från vind och regn och man får mindre avtining.

## Vind

Lägga spåret så vindskyddat som möjligt, oftast är det den varma vinden från syd – väst som tar hårdast på snön. Det går också att sätta upp olika typer av vindskydd för att skydda konstsnöspåret för onödig vindpåverkan. En annan åtgärd som minskar vindens påverkan är att man ser till så att kanten på snöbädden är så jämn och slät som möjligt då får inte vinden grepp i snön utan glider över.

## Vädret varierar under tillverkning

Vid snötillverkning vill man ofta tillverka så mycket som möjligt med hänsyn till temperatur, luftfuktighet och vindar m.m. Vädret är sällan stabilt utan ändrar sig oftast under tiden man tillverkar snö. De yttre förhållandena växlar ofta så pass mycket och fort under de timmar man kör så att kanonerna måste justeras hela tiden. Har man flera kanoner i drift på olika delar i systemet hinner man inte åka emellan och justera inställningarna om man inte har tillgång till en betydande arbetsstyrka eller bra transportvägar i snösystemet. Man kör oftast med den maximala vattenmängd som är möjlig vid varje tillfälle och då är det lätt att snön blir blötare än önskat. Har man många kanoner igång inom ett mindre område kan det påverka det lokala vädret. När det är riktigt kallt får man en snörök som stiger uppåt. Det beror på att strålen från kanonen har en temperatur som ligger strax under noll grader. Den är alltså väsentligt varmare än omgivningsluften och vill därför stiga uppåt. Automatkanonerna är överlägsna när det gäller att producera snö till rätt kvalitet och kan vara en mycket bra investering

## Systembeskrivningar

### Tre metoder för snöproduktion

Det finns idag tre olika metoder för att tillverka snö:

- med lansar
- med fläktar
- med allväders snöfabrik.

**Lansar** har munstycken monterade i änden på ett rör och sprutar ut en blandning av vatten och luft under högt tryck.

**Fläktkanon** har kransar med munstycken som sprutar ut vatten under högt tryck i en luftström som alstras av fläkten.

**Snöfabrik** finns i olika varianter och kan tillverka snö även i plusgrader.

Det finns för och nackdelar med de tre metoderna. Här är några exempel.

### Lansar

- Är lätta och därmed enkla att flytta
- Kan göras långa (höga) för ökad kastlängd och med bättre snökvalitet
- Kräver lite underhåll
- Automatik ger högre effektivitet
- Behöver både tryckluft 7-10 bar och vatten 15-40 bar och kräver därför två rörsystem
- På vissa lansar kan tryckluften komma från egen kompressor på lansen
- Tryckluft går åt i stora kvantiteter när temperaturen är varmare än -12 grader
- Kräver en stor kompressor som är dyr i inköp och dyr i drift p.g.a. stor elförbrukning
- Svårt att styra var snön hamnar
- Äldre typer av lansar kräver -7 grader och kallare och svåra att justera snökvaliteten (munstyckena måste bytas)
- Kräver en central högtucks pump med minst 63 amp.

### Fläktkanoner

- Stor kastlängd 30-40 m
- Bra möjlighet att styra var snön landar
- Relativt stor kapacitet upp mot -2 till -3 grader
- Manuella eller automatiska. Automatik ger hög effektivitet
- Kan fås med högtryckspump på för att vara mobilare (blir dock tyngre att flytta)
- Behöver vatten med 15-40 bars tryck och elektricitet 32-63 Amp
- Är tyngre och behöver maskinhjälp vid flyttning typ fyrhjuling
- Kräver en central högtucks pump med minst 63 amp

### Snöfabrik

Att tillverka snö med hjälp av en så kallad snöfabrik är en ganska ny företeelse och fortfarande under utveckling.

- Kan göra snö i flera plusgrader
- Gör 50 – 200m<sup>3</sup> snö per dygn beroende på storlek
- Kräver mycket energi/el
- Kräver uttransport av snön
- Stor investeringskostnad idag men i framtiden??



Lans 9 m med egen kompressor och automatiserad anläggning Filipstad.  
Foto Per-Åke Yttergård



Fläktkanon automatiserad behövs traktor eller pistmaskin vid flyttning.  
Foto Per-Åke Yttergård





Fläktkanon automatiserad kan flyttas med fyrhjulning. Foto Per-Åke Yttergård

### Snöfabrik/maskin

Det finns idag några olika typer av snömaskiner som kan tillverka snö även i flera plusgrader. Maskinerna varierar i storlek och på hur mycket snö de kan tillverka per timme. De är ännu så länge relativt dyra att införskaffa och har en hög driftskostnad. Dessutom tillkommer kostnader för utkörning av snön då de bara kan tillverka snö på hög. En intressant utveckling är emellertid på gång inom området.



Snöfabrik på Idre Fjäll. Foto Lars-Erik Rosenqvist

## Säkerhet

Vid snöproduktion används höga tryck, t ex för vatten (15-40 bar) och luft (ca 7-10 bar). De höga trycken kan innebära livsfara vid olyckor. Det finns därför många säkerhetsaspekter att tänka på:

### Några punkter att tänka på:

- Den som driver anläggningen är ansvarig för att all personal anställda/ideella får en bra utbildning i drift och säkerhet vid anläggningen.
- Det skall också finnas drift- och säkerhetsföreskrifter vid anläggningen som alla kan ta del av.
- En grundläggande faktor för att säkerheten skall vara tillfredsställande i en anläggning är att underhållet av all utrustning sker enligt de föreskrifter som finns. Det är viktigt att driftsjournaler och felrapporter sköts ordentligt. Checklistor bör finnas så att inget glöms.
- De tryck som används i rör och slangar är ofta mycket höga. Det innebär att brustna ledningar kan medföra personskador. Dels genom utströmmande vatten eller tryckluft, dels att en slang som lossnar kan slå till personer i närheten med fara för livet. Underhåll av slangar är viktigt och besiktning av rörledningar.
- En säkerhetswire måste finnas på slangarnas kopplingar vid avstängnings kranen. Det är en kort wire som inte tillåter slangen att röra sig mer än några decimeter om den skulle lossna.
- Vid upp start skall trycket på vatten och luft släppas på långsamt för att undvika eventuell sprängning av rör och slangar.
- Störst risk för olyckor är då man använder en central kompressor för luft och man t.ex. skall flytta och koppla bort slangen med luft från brunnen/annan slang eller kanonen. Lufttrycket kan då ligga kvar i slangen som då börjar kasta och slå om man har för bråttom att koppla isär.
- Man bör betona riskerna och inpränta självbevarelsedriften hos alla som jobbar med snötillverkningen. Försök att eliminera riskfyllda situationer och var alltid minst två.
- Iaktta stor allmän försiktighet.
- Runt snökanonerna ska det vara en säkerhetszon på 20m åt vardera hållet där obehöriga inte får eller skall vistas. Sätt gärna upp informations skyltar om att snötillverkning pågår.
- Kolla i god tid pumpar, ledningar, kanoner och annan utrustning så att allt är i trim innan säsongstart.

### Bild på säkerhetswire



### Tips vid snö tillverkning:

- Kolla väderprognoser (från flera källor) och vänta helst med snöläggningen tills det är tjäle i backen eller prognosen åtminstone talar om stabil kyla under några dagar.
- Fläktkanoner ska placeras och vara så inställda att mycket av snön som möjligt lägger sig där den ska. En felinställd och felplacerad fläktkanon innebär att en stor andel av snön blåser till skogs
- Att försöka producera snö vid för hög vattentemperatur
- Vattenslangarna till snökanonen begravs i stora högar med konstsnö (vilket tar lång tid att gräva fram)
- Att lägga för tunt lager eller för smal bädd med tillverkad snö på slingan. Plötsliga genomslag efter blidväder är jobbiga att åtgärda om man förlitar sig på att köra ut snön med motorfordon eftersom man ofta tvingas köra på den befintliga snön för att ta sig dit
- Att investera i för klen utrustning och system från början. "När konstsnöspåret skulle byggas ut efter två år behövde vi byta ut pumpsystemet, byta rörsystemet och förstärka elen, vilket orsakade onödiga extra kostnader"
- Se till att ha ett bra slangförråd med värme, bra torkmöjligheter och ventilation.
- Se till att det finns reservutrustning som säkringar m.m. på plats. Säkringen går oftast lördag kväll!

All utrustning måste underhållas efter leverantörens instruktioner. Bristfälligt underhåll orsakar haveri på pumpar och snökanoner. Lansar är relativt underhållsfria, medan fläktkanoner regelbundet måste kontrolleras: Kompressorn på en fläktkanon måste regelbundet tillföras olja, munstycken rensas och vattenfilter bytas.

### Att spara snö

För att starta upp säsongen tidigare är det numera möjligt och kostnadseffektivt att bevara tillverkad snö från förra säsongen. Under gynnsamma yttre förhållanden och effektiva metoder för att spara snö går det att spara ca 70 % av den lagrade snön till nästa säsong. Det finns en lång rad tips för att effektivt spara snö:

- Snöhögen bör ligga i en liten sluttning för vattenavrinning
- Snöhögen bör generellt ligga i norrläge för att skydda mot solen
- Platsen bör vara skyddad från sol och vind.
- Det bör inte finnas någon asfalts yta eller annan svart yta som reflekterar solljus och värme i närheten
- Snöhögen bör helst placeras på en yta med bergkross för bra dränering av smält vatten.

- Isolera med sågspån eller bark ca 60 cm tjockt jämnt lager, det finns också en speciell duk att isolera med.
- Snöhögen skall läggas i en limpa och ha en jämn slät yta.
- Använd gärna en temperatursensor för att mäta temperaturen i marken och i snöhögen.
- Det är mycket viktigt att arbetet görs med noggrannhet så att oönskad värme inte går in i snöhögen eller att smältvatten påverkar den kvarvarande snön.
- Placera inte snöhögen så att den lockar till lek.
- Sätt gärna upp informationsskyltar. "Var i snöhögarna".



En av två sparade snöhögar i Östersund 2016, tillsammans innehöll de ca 60 000m<sup>3</sup> snö.  
Foto Per-Åke Yttergård

## Saltning

Saltning av snö i plusgrader är möjligt för att inte få för lös spåryta. SSF och Peak Innovation har påbörjat ett forsknings projekt kring saltning och dess påverkan på snön. Se kommande uppdateringar.