



Examensarbeten inom Landskapsingenjörsprogrammet  
2008:28

# **Golfbanedränering**

—

en studie av teori och praktik

**Martin Bennrup**

LTJ-fakulteten  
SLU, Alnarp  
ISSN 1651-8160



*Till Jennie, Molly och Ludvig*



## **Förord**

Mitt examensarbete genomfördes under januari, februari och mars 2008 på landskapsingenjörsprogrammet vid SLU i Alnarp. Arbetet är på 15 hp inom teknologi med C-fördjupning.

Jag vill passa på att tacka min handledare Eva-Lou Gustafsson inte bara som handledare utan även för att du gjorde grundkursen i marklära lättfattlig. Jag vill även tacka bankonsulent Kim Sintorn för att han kom med förslaget att skriva om dränering på golfbanor.

Alla de banchefer och övriga jag har intervjuat där många ställt upp på sin fritid är värda ett stort tack. Ni har tagit er tid och förmedlat er kunskap till en student som har lärt sig oerhört mycket.

Kent Fridell är värd ett särskilt tack för alla de diskussioner vi haft om banbyggnation i allmänhet och dränering i synnerhet. Tack även för det trevliga sällskapet under våra resor vi gjort tillsammans.

Slutligen ett stort tack till min fru Jennie och dotter Molly för att ni pushat och stöttat mig under jobbet med examensarbetet och under hela min studietid.

Martin Bennrup  
Toarps Ekoby 2008-05-28



## Sammanfattning

Den stora mängden golfare har gjort att trycket att komma ut på banorna ökat de senaste åren, vilket inneburit att man ger sig ut strax efter men även under nederbörd. Blöta banor är inget som vare sig golfare eller banan i sig uppskattar. För att råda bot på detta är en fullt fungerande och rätt dimensionerad dränering av yttersta vikt.

Jag har genomfört min undersökning med litteraturstudier och intervjuer med banchefer och ibland andra inblandade i byggnationen. Intervjuerna skulle ge svar på frågorna; Hur var det tänkt?, Hur gjorde man? och Vad blev resultatet?

Förfrågningsunderlagen vid om-, till- eller nybyggnationer är överlag hyfsade. Det som saknas är framförallt AMA-beskrivningar med konstruktioner av dränering och även vad den ska vara dimensionerad mot. Många gånger nöjer man sig med en dränering som är optimal för spannmålsodling – jordbruksdränering. I allmänhet är den här typen av dränering inte tillräcklig för golfbanor som beträds och bearbetas varje dag oavsett väder och vind. Ingen av de intervjuade klubbarna har gjort någon geoteknisk undersökning. Man vet till exempel inte hur stor genomsläpplighet jorden har, inte heller om det är skillnader på olika platser inom samma bana. För att få bra förfrågningsunderlag och förhoppningsvis bra byggda banor behövs det en konstruktör för framförallt dräneringen på golfbanan.

Litteraturen menar att man som regel har en packad horisont under växtbädden varför enbart täckdike inte kan hantera allt vatten. Ska man förlita sig enbart på täckdikning så måste dräneringsrören ligga så tätt att det inte är ekonomiskt försvarbart att genomföra. Under anläggningsskedet blir ofta marken packningsskadad av de maskiner man använder vid anläggandet. Här är viktigt att föreskriva luckringsåtgärder både i växtbädden och i alven.

Ska man få bort allt vatten snabbt från banan måste man använda sig av ytvattenavrinning. Slitsdränering, ytvattenbrunnar och öppna diken är exempel på metoder att snabbt få bort ytvatten. All ytvattendränering bygger på att vattnet kan rinna från en punkt till en annan. För att detta ska kunna ske ska marken inte bara luta – den ska luta åt rätt håll. Det är arkitektens uppgift att se till att banan är rätt höjdsatt, med höjder som är bra ur ett dräneringsperspektiv.

Ytterligare en missuppfattning gäller vilket filtermaterial man ska använda. Ofta väljer man ett för grovt av rädsla för att dräneringsrören ska slammas igen. Det sker ingen inträngning i dräneringsrören om man väljer ett finare material. Om materialet däremot är för grovt kommer omgivande finare jord att vandra in i det grövre och sänka genomsläppligheten. Risken med ett för grovt är även att man skapar hängande markvatten. Detta sker då ett skikt med grövre fraktion befinner sig under ett finare. Händer detta kommer den finare jorden inte att dränera till den grövre innan den finare är vattenmättad.

Vid anläggande av en golfbana är det viktigt att få en helhetsbild av vattnets tänkta rörelse och hur man blir av med det snabbast möjligt. Dräneringsexperter kan ge en sån här bild i en dräneringsplan. I planen framgår även kostnader för dräneringen.

Det som ska styra dimensioneringen är hur snabbt man vill kunna spela på banan efter ett regn med en viss intensitet. Har klubben lägre ambitioner kan man givetvis sänka kraven på spelbarhet. MEN man måste ändå veta vad man dimensionerar för och göra ett aktivt val och inte välja jordbruksdränering av okunskap.





# Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Syfte .....	1
1.3	Avgränsning .....	1
2	Metod och material .....	1
2.1	Metod .....	1
2.2	Material .....	2
3	Litteraturstudie.....	2
3.1	Dränering, allmänt .....	2
3.1.1	Vilken fraktion ska man ha på filtermaterialet? .....	4
3.1.2	Täckdikning.....	5
3.1.3	Ytvattenavvisning .....	8
3.1.4	Avskärande dränering .....	10
3.2	Strategi vid dränering.....	11
3.3	Svar vid intervjuer med banchefer m fl. ....	13
3.3.1	Malmö Burlöv GK.....	13
3.3.2	Vasatorp GK.....	14
3.3.3	Öresund GK.....	14
3.3.4	Bokskogen GK .....	15
3.3.5	Kristianstad GK .....	15
3.3.6	Karlshamns GK .....	16
3.3.7	Lagans GK.....	17
3.3.8	Lunds Akademiska GK.....	17
3.4	Beskrivningar av olika greenuppbyggnader.....	18
3.4.1	USGA-greener.....	18
3.4.2	SGF-greener .....	19
3.4.3	California-greener.....	19
3.4.4	SGF-greener, gammal modell .....	19
3.4.5	Skillnader mellan USGA- och SGF-greener.....	19
4	Resultat och diskussion.....	21
	Källförteckning .....	25



# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

De ökade kraven på golfbanorna att de ska vara spelbara så snabbt som möjligt efter att det regnat ställer ökade krav på framförallt dräneringen. Då dräneringen är ett av de största problemområdena för de svenska golfbanorna är ämnet intressant ur många aspekter. Vidare har Svenska Golfbundet och Partnerskap Alnarp ingått avtal om att genomföra en förstudie avseende upphandlings- och byggråd för golfsektorn. Förstudien genomförs av Kent Fridell, SLU. Som en del i denna studie har jag skrivit mitt examensarbete.

## 1.2 Syfte

Målsättningen med studien var att studera hur förfrågningsunderlagen beskriver dränering, vad det blir i verkligheten och jämföra detta med vad litteraturen förespråkar för tekniska lösningar. De frågor jag sökte svar på var:

- Hur genomförs avvattningen vid om-, ny- eller tillbyggnader av golfbanor?
- Överrensstämmer byggda lösningar med teorin?

## 1.3 Avgränsning

- Jag har valt att studera banor i framförallt Skåne och en i vardera Blekinge och Småland.
- Stamledning, huvudledningar och dimensionering av dessa kommer jag inte att fördjupa mig i.
- Jag har inte heller fördjupat mig i dräneringen av greener, bunkrar eller tees. Dessa tre delar av banan är konstruktioner i marken medan fairway ofta läggs på befintlig mark.
- Läsaren förutsätts ha baskunskaper i marklära, varför vissa begrepp och definitioner utelämnats. Vissa grundläggande fakta har dock tagits med men det har varit för att få ett sammanhang i kommande delar.
- Vissa amerikanska och australiska kornstorlekar har översatts till Atterbergs kornstorlekar. Det innebär att jag inte gjort en noggrann analys och beräkningar för översättningen utan använt mig av ungefärligt motsvarande grupper. Däremot har jag inte översatt USGA-specifikationen av växtbäddsmaterial, då detta inte låter sig göras på ett enkelt sätt.

# 2 Metod och material

## 2.1 Metod

Innan studien påbörjades valdes tio klubbar ut i samverkan med partnerskapsgruppen SGF – SLU. Deltagare i gruppen var vid detta tillfälle; Kim Sintorn SGF, Kaj Rolf SLU, Kent Fridell SLU och Martin Bennrup SLU. Banorna valdes ut genom att vi på stående fot räknade upp ett antal banor, vilka under den senaste 5 – 7-årsperioden genomfört om-, ny- eller tillbyggnad. Vid detta tillfälle listade vi upp tio banor. Vid kontakt med respektive bana framkom att en klubb inte ville delta. Det var två klubbar där vi inte fick kontakt med rätt personer. En klubb, Lagan, tillkom. Vi fick förfrågningsunderlag från en klubb. En klubb var osäker om de kunde lämna ifrån sig

materialet då de ansåg att arkitekten hade rättigheterna till det. Samtliga klubbar hade förfrågningsunderlaget framme vid intervjun så vi kunde ta del av det. De som var drivande vid byggnationen har idag oftast inte någon formell roll i klubben och nuvarande personal vet inte var de olika dokumenten återfinns någonstans. Alla klubbarna hade i samband med första kontakten fått de frågor vi tänkte ställa. På så sätt fick de möjlighet att få en uppfattning om vilken typ av frågor det rörde sig om, samt vilken personal som behövde vara med.

Kent Fridell, SLU genomförde en förstudie avseende upphandlings- och byggråd för golfsektorn. Vi samordnade resorna och intervjupersonerna med varandra. Intervjuerna gjordes så att Kent Fridell ställde sina frågor och jag ställde de som rörde dränering. Vi kompletterade också varandras frågor och ställde följdfrågor. På en klubb, Lagan, kunde jag inte vara med utan Kent Fridell fick ställa alla frågor och sedan kunde jag ta del av svaren. Mina frågor rörande dränering redovisas under punkt 3.3.

På samtliga klubbar har banchefen varit med och på ca hälften av banorna även någon från styrelse/projektansvarig. På en bana, Lund, var klubbchefen med, både som klubbchef men även som entreprenör, då det var han som var entreprenörens platschef under byggnationen.

Utöver detta har litteraturstudier genomförts för att kunna jämföra teori och praktik.

## **2.2 Material**

För att få tag på material till examensarbetet har jag sökt i SLU-bibliotekets samlingar, Turfgrass Informationfile 1972-. Jag har också sökt på [www.bokfynd.nu](http://www.bokfynd.nu). för att se vad det finns för litteratur i handeln. Under grundkursen i banskötsel fick vi en del material och tips på litteratur för ytterligare studier. Vidare har Kent Fridell, SLU tipsat om en del litteratur.

De sökord jag använt mig av har varit; *dränering*, *infiltration*, *avvattning*. Orden har sökts både på svenska och på engelska.

## **3 Litteraturstudie**

### **3.1 Dränering, allmänt**

Dränering av jordbruksmark har förekommit under lång tid. Syftet med jordbruksdräneringen är att minska antal dagar då marken är vattenmättad och ej bearbetningsbar. Ger man sig ut på jorden innan den är dränerad till fältkapacitet är risken stor för packningsskador av jorden. Packas jorden minskar porvolymen och därmed genomsläppligheten, samt att luftfickorna minskar i volym vilket leder till sämre betingelser för växtligheten. (Adams & Gibbs, 1994)

Porerna i marken är antingen luft- eller vattenfyllda. Man skiljer på tre olika storlekar av porer; makroporer, mesoporer och mikroporer. Vid fältkapacitet innehåller dessa i ordning; markluft, växttillgängligt vatten och ej växttillgängligt vatten. Fältkapacitet inträder då vattnets hastighet avstannat i nedåtgående riktning och makroporerna är tomma. Det som får vattnet att försvinna från makroporerna är jordens dragningskraft. I de här porerna understiger den kapillära kraften det vattenavförande trycket (jordens dragningskraft) och vattnet rinner nedåt i profilen. I de mindre porerna, mesoporer, är

den kapillära kraften större än det vattenavförande trycket och vattnet hålls därför kvar i porerna. Detta vatten kallas ej dränerbart vatten och består även av vattnet i mikroporerna. I mikroporerna är vattnet så hårt bundet att det ej är tillgängligt för växterna. (Wiklander, 1976)

Med minskad porstorlek ökar den kapillära stigningen i jorden, vilket gör att jorden blir relativt ännu blötare och därigenom fyller ut en del av de kvarvarande luftfyllda porerna. Då marken bearbetas när den är blöt packas den mycket lättare än när den är torr. Ju högre marktryck maskiner har, desto värre blir packningsskadorna. Mycket av de packningsskador som finns på en golfbana uppstår under anläggningsskedet, då man använder för tunga maskiner och de används på ett felaktigt sätt. (McIntyre & Jakobsen, 2000)

På åkermark har det genom årens bearbetning uppkommit en plogsula. Plogsulan återfinns mellan matjorden och alven och innebär att alven blir tätare, porerna och porstorleken minskar vilket också genomsläpligheten gör. (Wiklander, 1976)

God till mycket god verkan av dräneringen får man då jorden har en genomsläplighet på 0,1 – 0,3 m/dygn (~4 – 12 mm/h). Detta är beräknat då dräneringen ska avleda 35 mm nederbörd under en 5-dagarsperiod (7 mm/dygn). Förutsättningarna är att marken har en enhetlig struktur och genomsläplighet ner till 1,5 m. Djupet på dräneringsledningarna är 1 m och för att hålla grundvattenytan 40 cm under markytan krävs ett dikesavstånd mellan 7 och 22 m beroende på jordens genomsläplighet.

Kostnaden för en snabbare dränering ska ställas mot vinsten av att snabbare kunna bearbeta jorden och en ökad avkastning. Det är denna jämförelse som bestämmer hur snabb dräneringen behöver vara. Inom jordbruket har man kommit fram till avstånden enligt ovan är rimliga. (Hammar red. 1990)

Dräneringsintensiteten på en golfbana är proportionerligt med hur snabbt man vill använda banan (för spel eller arbete) efter nederbörd. Det är sålunda golfbanans användande som styr kraven på dräneringen och det är här den stora skillnaden mellan jordbruksdränering och golfbanedränering finns. Golfbanan utsätts för påfrestningar då gräset ska klippas och banan spelas. Detta sker dagligen, oberoende av vädret. Åkermark dräneras mot en genomsnittlig dygnsnederbörd över en period. Jordbruksdränering fortsätter ofta att rinna upp till en vecka efter nederbörden upphört. Många gånger uppstår stående ytvatten och sällan nås fältkapaciteten under 48 timmar. En golfbanas dränering ska dimensioneras efter den maximala nederbörden vid ett två-års höst/vinterregn. För banor med högre kvalitetskrav ska ett tioårsregn vara dimensionerande. (Adams & Gibbs, 1994)

### **Varför dränerar man?**

Är porerna helt vattenfyllda minskar eller upphör helt utbytet mellan markluft och atmosfärluft. Rotandningen minskar på grund av syrebristen och det bildas ett överskott av CO<sub>2</sub>. Detta överskott anrikas så småningom till skadliga mängder, vilket minskar rottillväxten och rotens förmåga att ta upp näringsämnen. (Hammar red. 1990)

Utöver själva luftutbytet finns det ytterligare några anledningar att dränera golfbanan:

- En jord som innehåller mycket vatten tar längre tid att värma upp,
- Då marken är väl-dränerad får man en snabbare upptorkning,

- Då jorden är dåligt dränerad bildas lättare vattensamlingar. När vattnet fryser blir det uppfrysningsskador, vilket innebär att rötterna slits av när tjälen lyfter jorden,
- Om gräset får bättre växtbetingelser gynnas detta och ogräset missgynnas,
- Bevattningsbehovet minskar eftersom gräset utvecklar djupare rötter, samt en större rotmassa,
- Mikrolivet stimuleras vid en lagom vattennivå. Mikrolivet sköter nedbrytningen av organisk substans, vilket frigör kväve till växterna,
- Bärigheten hos jorden ökar och risken för packningsskador i samband med arbete på banan minskar.

(SGF, 1996)

#### **Vanliga fel i dräneringar av golfbanor.**

Svenska Golfbundet har listat ett antal vanliga fel rörande dräneringen av golfbanor:

- Ingen dränering är projekterad. Ibland finns endast gammal jordbruksdränering
- Bristfälligt huvudavlopp, underdimensionerade stamledningar eller att de ligger för grunt.
- För glest mellan täckdikena.
- Filtermaterialet är felaktigt.
- Banan är inte höjdsatt utifrån ett dräneringsperspektiv.
- Markpackning under anläggandet.
- Man lägger bevattningsledningarna innan dräneringen och man lägger de för grunt.
- Trädplantering med fel träd med rotinträngning i dräneringen som följd.
- Dokumentation om dräneringen är bristfällig.
- Underhållet är nedprioriterat.

(SGF, 1992)

### **3.1.1 Vilken fraktion ska man ha på filtermaterialet?**

Om filtermaterialet är grövre än omgivande jord uppstår hängande markvatten. Ju mindre skillnaden är desto mer vatten kommer att rinna från det finare materialet till det grövre innan det finare materialet är vattenmättat. Om det är stor skillnad och tjockleken på den finare jorden ovanför dräneringen är för liten kommer markvattnet att nå ovanför jordens yta. Marken kommer att vara permanent blöt. Ytterligare en nackdel med för stor skillnad mellan de olika materialen är den vandring av partiklar som sker från det finare materialet till det grövre. Ofta används dräneringsgrus med storlek 5 – 7 mm [fingrus – grovgrus]. Anledningen till att det används för grovt material är rädslan att ett finare ska rinna in i dräneringsrören. Det som istället händer är att det finare materialet vandrar in i det grövre och gör så att det grövre får samma genomsläpplighet som det finare. Därmed är den dränerande effekten nedsatt. (McIntyre & Jakobsen, 2000).

För att visa att ett finare material inte vandrar in i dräneringsrören genomförde McIntyre och Jakobsen (2000) ett försök med ett finare material. Det testade materialet innehåller i huvuddel grovsand [0,6 – 2 mm] där inga partiklar mindre än 0.1 mm förekommer. Vid första testet användes torkad sand och man vibrerade dräneringsröret. Resultatet var att sand motsvarande 4 % av rörets volym kom in. Vid test nummer två användes samma sand men med en fuktighet på ca 2 %. Då sanden placerades ovanför dräneringsröret föll inte någon sand in i det. Försöket upprepades, denna gång med vibrationer och sand motsvarande 0,16 % av rörets volym trängde in. Anledningen till att det inte tränger in en större del av det finare

materialet är vad som på engelska kallas "Bridging factor", det vill säga att partiklarna låser fast varandra, likt en stenbro, över en slits eller en grövre por i underliggande material.

McIntyre och Jakobsen (2000) drar slutsatsen att använda en tvättad mellan/grovsand (0,2 – 2 mm) vid all täckning av dräneringsrör, utom då man eftersträvar hängande markvatten. Det viktigaste när man väljer dräneringsmaterial är att diametern av 15 viktprocent av materialet inte överstiger 1 mm, ( $D_{15} < 1$  mm). Genomsläppligheten bör överstiga 2500 mm/h.

Tillfällen finns då man ska använda ett grövre material, nämligen om man vill skapa hängande markvatten ovanför dräneringen, till exempel vid uppbyggnad av en green enligt USGA. [Dräneringsgrus enligt USGA motsvarar ungefär fingrus, 2 – 6 mm.] För USGA-uppbyggnad gäller att  $D_{15(\text{drängrus})} \leq 5 * D_{85(\text{växtbädd})}$ . Beskrivning av USGA-green i punkt 3.4.

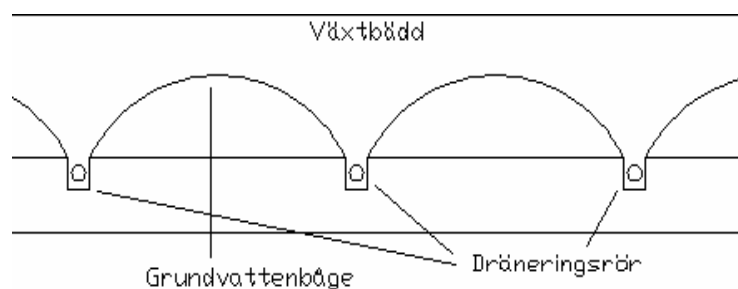
Vid slitsdränering ska man använda ett material som ungefär motsvarar USGAs växtbäddsmaterial. (McIntyre & Jakobsen, 2000) Dräneringsgrus runt ytvattenbrunnar ska enligt SGF (1996), däremot bestå av sten eller singel med storlek i intervallet 5 – 15 cm.

### 3.1.2 Täckdikning

#### Teorin bakom

Täckdikning utförs genom att man lägger ner rör, vilka kan ta emot vatten, i jorden. Rörens djup, c/c – avstånd och jordens genomsläpplighet påverkar hur mycket vatten som når fram till rören. Rördimension och lutning på rören påverkar rörens kapacitet att transportera vatten. Mellan rören uppstår en grundvattenbåge där bågen ligger som lägst rakt ovanför dräneringsrören och som högst mittemellan desamma. (Se figur 1.) Med en genomsläpplighet i jorden på ca 12,5 mm/h avleds vattnet 30 gånger snabbare ovanför rören än på ett avstånd av 16m från rören. Genom denna skillnad i dränering uppstår skillnader i ytlagrets upptorkning, variation i bärighet samt olika skörd [grästillväxt]. (Hammar red. 1990)

Täckdikning sänker grundvattenytan och ger totalt sett en torrare växtbädd. Under våren är grundvattennivån hög i samband med snösmältning och tjällossning. Under senare delen av våren sänks grundvattnet med naturlig och/eller inlagd dränering. Då växtligheten tar fart, blir växtbädden torrare och det sker en upptransport av vatten från underliggande nivåer. Växternas behov av vatten kan sänka grundvattennivån under dräneringsledningarna. Under hösten ökar nederbörden och växternas vattenbehov minskar vilket leder till en höjning av grundvattennivån över dräneringsledningarna. De år då det förekommer riklig nederbörd under sommaren, våtår, ligger grundvattennivån så högt att dräneringen träder i funktion. (Hammar red. 1990).



**Figur 1. Schematisk uppbyggnad av dränering med växtbädd, dräneringsrör och grundvattenbåge.**

Fairways består ofta av ett tunnare lager växtbädd (matjordslager) med relativt bra genomsläpplighet. Detta lager finns ovanpå alven som har mindre genomsläpplighet. När växtbädden är vattenmättad kan den sammanlagda genomsläppligheten vara så låg som några mm per dygn. Hastigheten bestäms då av genomsläppligheten i alven. Den kapillära kraften transporterar vattnet i alla riktningar, bara porstorleken är den rätta. Vattnet förflyttar sig dock aldrig kapillärt genom stora porer. Avståndet överstiger sällan 100 mm, även om det i en lerjord kan förflytta sig avsevärt längre. Den kapillära transporten av vatten har i dräneringshänseende ingen betydelse. McIntyre och Jakobsen (2000) anser vidare att vattnets sidgående hastighet i jorden är extremt låg och kan vad gäller dränering av golfbanor eller andra sportytor helt försummas. Hastigheten i sidled kan vara mellan 1 och 10 % av den vertikala hastigheten.

Hela växtbädden behöver inte dräneras till fältkapacitet för att kunna användas på ett tillfredsställande sätt. Oftast räcker det att de översta 50 mm når fältkapacitet. Detta innebär att det fria vattnet (grundvattennivån) måste sänkas med motsvarande nivå för att i sin tur sänka den kapillära zonen. Det är toppen på grundvattenbågen, det vill säga en punkt mittemellan dräneringsrören, som ska sänkas. (McIntyre & Jakobsen, 2000)

För att få maximalt upptag i täckdikena ska dessa ligga vinkelrätt mot markens lutning. Det blir då ett större område som avvattnas. Fallet på dräneringsrören bör inte vara mindre än 3 ‰. På 100 meter ska fallet således vara 30 cm. (SGF,1996).

Ledningsdiken grävs enligt dräneringsplanen i terrassen. Det är viktigt att se till att kanterna och botten är så skarpa som möjligt. På botten ska man lägga 50 mm dräneringsgrus innan man lägger ett slitsat dräneringsrör. På ömse sidor av röret ska det finnas minst 50 mm dräneringsgrus samt minst samma tjocklek ovanför röret. Vattnet rinner ner i ledningsgraven och denna börjar fyllas. När nivån når röret rinner vattnet in och dräneringen blir aktiv. Vattnet rinner således in i dräneringsrören underifrån. (McIntyre & Jakobsen, 2000)

Hur mycket jord som ska finnas ovanför dräneringen – hur djup dräneringen ska ligga – är en av faktorerna som styr dräneringens effektivitet. Ju mer jord desto mer vatten når dräneringen inom rimlig tid. För att bedöma och beräkna djup och avstånd på dräneringsledningarna använder man sig av Hooghoudts formel. (Se exempel nedan.) (Adams & Gibbs, 1994)



Är jorden i växtbädden och terrassen packad finns det ingen anledning att installera täckdiken, eftersom vattnet inte kommer att transporteras i jorden till rören. (Kelly & Ami, 2004)

### Beräkningsmodeller för täckdikning

Vid beräkning av täckdikning används vanligen Hooghoudts formel. Detta är den, i Europa, vanligast använda formeln för att beräkna avståndet mellan diken med bibehållen nivå på grundvattenbågen mittemellan rören. Mängden vatten ut ur dräneringen ska motsvara mängden in. Formeln lyder enligt följande:  $S^2 = (8K_2dh + 4K_1h^2)/v$ , där S är avståndet mellan dräneringar,  $K_2$  är genomsläppligheten i lagret under dräneringen, d är det ekvivalenta djupet, h är höjden på det hängande markvattnet ovanför dräneringen,  $K_1$  är genomsläppligheten i lagret ovanför dräneringen och v är dräneringens kapacitet eller nederbörden. Den vänstra delen ( $8K_2dh$ ) är dräneringseffekten i jorden under dräneringsrören, och den högra ( $4K_1h^2$ ) är för jorden ovanför. Vid dränering av golfbanor och framförallt greener kan man anta att jorden under dräneringen inte är genomsläpplig. Riskerna är stora att jorden packats mer eller mindre under anläggningsskedet eller vid annat arbete på banan. Detta gäller framförallt på jordar med ler-/siltblandningar. Vid dimensionering av dränering är det bättre att räkna med att den underliggande jorden inte är genomsläpplig eftersom det då inte finns risk för underdimensionering. Då genomsläppligheten hos den underliggande jorden understiger 10 % av jorden ovanför räknas den som inte genomsläpplig. Med detta resonemang kan man reducera formelns första del på den högra sidan ( $8K_2dh$ ), och får då en formel enligt följande:  $S^2 = 4Kh^2/v$ . (Adams & Gibbs, 1994)

Ett räkneexempel hämtat från McIntyre och Jakobsen (2000):

För att få fram dräneringskapaciteten vid ett visst djup, genomsläpplighet och avstånd ändrar man formeln från  $S^2 = 4Kh^2/v$  till  $v = 4Kh^2/S^2$ , där v står för kapaciteten hos dräneringen.

Antag att hela växtbädden, 0,2 m är genomvåt och fritt vatten når till ytan. Jorden har en genomsläpplighet på 20 mm/h och dräneringsledningarna ligger med 10 m mellanrum. Vattennivån ska sänkas med 50 mm. Detta ger:

$$V = 4 \cdot 20 \cdot 0,2^2 / 10^2 = 0,032 \text{ mm/h}$$

Detta är starthastigheten. När det fria vattnet sjunker minskar det vattenavförande trycket. Då vattnet sjunkit 50 mm är hastigheten följande:

$$V = 4 \cdot 20 \cdot 0,15^2 / 10^2 = 0,018 \text{ mm/h}$$

Den genomsnittliga dräneringen blir då:

$$V = (0,032 + 0,018) / 2 = 0,025 \text{ mm/h}$$

Om de luftfyllda porerna motsvarar 20 % av den totala volymen, ska 20 % av 50 mm vatten transporteras bort. Detta är 10 mm och ger följande tid:

$$t = 10 \text{ mm} / 0,025 \text{ mm/h} = 400 \text{ h.}$$

Det tar alltså 400 timmar att sänka vattennivån med 50 mm enligt förutsättningarna ovan. [Med ett dräneringsdjup på 1 m – allt annat lika – blir dräneringstiden 13 h] Slutsatsen blir att täckdikning inte transporterar bort större mängder regnvatten och det vatten som blir borttransporterat blir det väldigt långsamt.

### 3.1.3 Ytvattenavvisning

Uppgifterna kring allmän ytvattenavvisning är hämtade från McIntyre och Jakobsen (2000). Ytvattenavvisning är väldigt viktig vid anläggandet av golfbanor. Många av de större problem som uppstår på en golfbana härrör sig från dålig ytvattenavrinning. Dålig design och konstruktion är oftast orsakerna till detta. Fördelen med ytvattenavvisning är mängden vatten som kan transporteras. Om nederbörds-/bevattningsintensiteten är högre än jordens infiltration uppstår stående vatten på ytan. Jordens infiltration minskar med fuktighetsgraden och avstannar helt då jorden är vattenmättad. I detta läge är det jordens genomsläpplighet som styr hur mycket vatten som kan infiltreras.

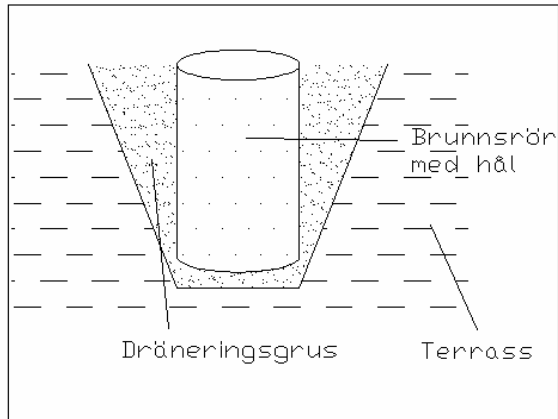
Ytvattenavrinning består av två delar; tillräcklig lutning för att vattnet ska rinna iväg och vattnet ska samlas upp och ledas iväg. Lutar ytan för mycket blir vattnets hastighet för hög och det finns risk för erosion. Är lutningen för liten kommer inte tillräckligt med vatten att rinna och det finns fortfarande risk för stående vatten. Ytorna på en golfbana bör minst ha en lutning på ca 1:60 till 1:70. Längden på lutningen bör inte överstiga 70 m, i någon riktning, då risken för ansamling av vatten i slutet av lutningen är stor. Vattnet kan samlas upp i ytvattenbrunnar, slitsdränering eller öppna diken. Desto kortare väg vattnet måste rinna på ytan, ju mindre är risken för stillastående vatten. Ytan dräneras också snabbare efter regn, samt att man minskar risken med för hög vattenhastighet.

#### Ytvattenbrunnar

Sänkor i banan är blöta ytor där vatten samlas efter ett regn. Man kan med säkerhet säga att det är en sänka om vattenpölar är större än 3 m i diameter och djupare än 10 cm. Problemet är att vattnet inte kan infiltrera i jorden och det inte finns någon ytavrinning. Lösningen på detta är att installera ytvattenbrunnar. Med brunnarna ska det installeras ett sedimentfilter. (Kelly & Ami, 2004)

Har man områden med stående vatten och det inte varit det tidigare är det bra att förebygga ytterligare packning med en ytvattenbrunn. Brunnen ska placeras så djupt att det inte är några problem att köra med klippaggregaten igång ovanför brunnen. Runt brunnsröret läggs dräneringsgrus och för att få inrinning från sidan ska det vara hål på brunnsrörets sidor. (Se figur 2.) Den sammanlagda ytan på hålen bör vara minst 50 cm<sup>2</sup> per Ha tillrinningsområde. (SGF, 1996)

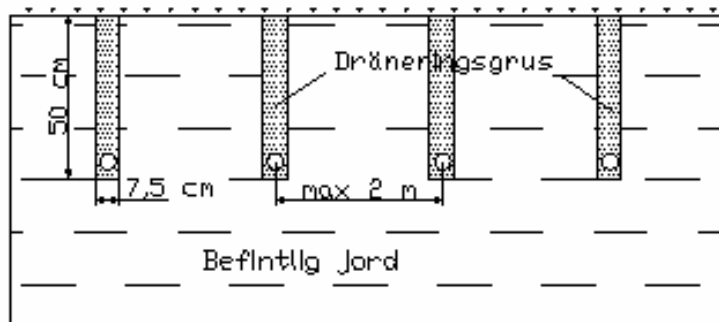
Dimensionering av rör från ytvattenbrunn görs genom att bedöma uppsamlingsområdet och nederbörden för att få fram vattenmängd. Därefter beräknas det på samma sätt som utloppet från slitsdränering, se nedan.



Figur 2. Principskiss för ytvattenbrunn.

### Slitsdränering

Om växtbädden är packad sker ingen eller endast lite dränering ner i jorden. Ofta har den övre horisonten av växtbädden blivit packad på grund av ingen eller endast ringa ytvattenavrinning där vatten blivit stående på ytan. Vid stående vatten eller en blöt jord är risken för packningsskador mycket större än vid en torr. Ett sätt att snabbt bli av med ytvatten är att anlägga slitsdränering. Det är en dräneringsmetod som går ut på att gräva vertikala diken, ca 7,5 cm breda och ca 50 cm djupa. Man kan välja om man vill lägga dräneringsrör i botten eller inte. Läggs rör görs detta på samma sätt som vid täckdikning. Rören ska sedan anslutas till en huvudledning för vidare borttransport. (Se figur 3.) Ju tätare dräneringen läggs desto effektivare är de. Det är viktigt att poängtera att slitsdränering inte är ett substitut för täckdikning, utan en metod för ytvattendränering. En liten mängd vatten kommer att föras in i rören som vid täckdikning, men mängden är försumbar i jämförelse med mängden ytvatten. Tanken är att vattnet rinner på ytan till slitsen och ner i dräneringsgruset för en snabb vidaretransport till stamledningen.



Figur 3. Principskiss på slitsdränering.

Det finns några viktiga punkter att beakta vid slitsdränering:

1. Var kommer ytvattnet som orsakar problemet ifrån? Kommer det utifrån – ta hand om det innan den når banan.
2. Bestäm vilken regnmängd som slitsdräneringen ska dimensioneras efter. Det kan till exempel vara 50 mm på en timme eller 10 mm. Beslutet är avgörande för hur väl dräneringen kommer att fungera.
3. Säkerställ att huvudledningar och stamledningar kan hantera den dimensionerande regnmängden enligt punkt 2. Kontrollera även att fallet är tillräckligt från slitsarna till huvudledningen.
4. Planera slitsarna så att de går vinkelrätt mot fallet för att maximera upptaget i slitsarna.
5. Maximalt avstånd mellan slitsarna är 2 m på ytor med hög användning och belastning. För övriga ytor kan längre avstånd räcka.
6. Beräkna mängden vatten som varje slits kan ta emot, vid dimensionerande nederbörd. Exempel: En slits med bredd 7,5 cm, djup 50 cm, längd 100 cm och fyllnadsgrus med en porositet av 40 % ger en kapacitet på 15 l vatten. ( $7,5 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 0,4 = 15 \text{ l}$ .) Är slitsarna lagda med 1 m c/c kommer de att fyllas vid 15 mm regn och vid 2 m c/c vid 7,5 mm regn.

Har man inga dräneringsrör i botten på slitsen kommer mängden vatten som slitsarna dränerar att var väldigt liten. Exempel: Uppsamlingsledning med c/c 15 m, slitsarna är 50 cm djupa, 1m c/c och fyllda med sand med en genomsläpplighet på 1000 mm/h. Då jorden är vattenmättad kan systemet transportera ytterligare 4,4 mm/h enligt Hooghoudts formel. Om man istället använder sig av dräneringsrör i botten kommer allt ytterligare vatten att transporteras bort. Exempel: En 50 mm dräneringsslang har en kapacitet på 30 l/min vid en lutning på 1:100. Slitsarna läggs med 2 m c/c. Med 50 mm regn/h kommer varje meter av slitsen att ta emot 100 l/h. ( $2 \cdot 1 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ m}^3/\text{h} = 100 \text{ l/h} = 1,67 \text{ l/min.}$ ) Kapaciteten på dräneringsröret överstiger vida mängden inkommande vatten och är därför inget problem. Hur lång kan slitsen vara innan vattnet måste föras över i en annan grövre ledning? Enligt beräkningarna ovan är rörets kapacitet 30 l/min och tillflödet är 1,67 l/min.  $30/1,67 = 18$  (17,96) m. Detta innebär att det måste finnas utflöde från slitsen med 18 m mellanrum. Hade dräneringsröret i botten på slitsen varit ett 100 mm rör med en kapacitet på 190 l/min hade det räckt med utflöde med 114 m mellanrum. Ovanstående teorier och räkneexempel avseende slitsdräneringar är hämtade från McIntyre och Jakobsen (2000).

Slitsdränering kan utföras både med och utan dräneringsrör i botten. Läger man slitsdränering utan rör bör dessa läggas vinkelrätt mot befintlig jordbruksdränering så att botten på slitsdräneringen når ner till dräneringsgruset på jordbruksdräneringen. Använder man sig av dräneringsrör i botten på slitsdräneringen kan man lägga den vinkelrätt mot lutningen. (Adams & Gibbs, 1994)

### 3.1.4 Avskärning

Avskärning kan anläggas för olika syften. Det kan vara att ta hand om ytvattnet från ett högre område eller för att skära av ett, med övertryck, vattenförande underjordiskt lager en så kallad akvifär. I det förra fallet handlar det ofta om ett öppet dike med ca 60 cm djup. Beroende på jordarten bestäms vilken släntlutning diket ska ha. En sandig jord måste ha en liten släntlutning, medan man på en lerjord har större valfrihet och kan ha en större släntlutning. Om djupet endast är 60 cm kan man ha en lutning på 1:1, utom på mjälajordar och i flytlera där ska

lutningen vara max 1:1,5. Om hänsyn ska tas till skötsel bör lutningen högst vara 1:1,5 och ska man klippa ner till dikets botten ska lutningen ej överstiga 1:5. (SGF, 1996) Adams och Gibbs (1994) menar att den avskärmande dräneringen läggs på varierande djup beroende på vad som ska åtgärdas och på vilket djup problemet ligger.

Är det akvifär som man ska få bukt med anlägger man i stort sett ett vanligt täckdike. Ledningsdiket grävs så djupt som behövs för att komma ner till det vattenförande skiktet. Dräneringsgrus och –slang läggs på samma sätt som för vanlig täckdikning. (SGF, 1996)

### **3.2 Strategi vid dränering**

”Plan when it is wet, and install when it is dry” (O’Brien, 2005. s 17).

En dräneringsplan bör alltid upprättas efter underlag från markbesiktningar, geotekniskt undersökning etc. Dräneringsplanen visar hur vattnet är tänkt att färdas innan det dräneras. Därför måste ytorna för avvattningen stämma överrens med dimensioneringen av dräneringsrör och stamledningar. Av planen ska det framgå valda tekniska lösningar och var de används, kostnadsberäkningar, rörmängder, arbetsbeskrivning samt typritningar. (Hammar red. 1990)

Beard (2002) menar att om man inte rättar till dräneringsproblemen redan i konstruktionsskedet tvingas man så småningom att installera dränering, ofta till en högre kostnad och med störning i nyttjandet av banan.

”Proper planning is essential for a successful drainage project” (O’Brien, 2005. s16).

När det gäller dränering finns det många gropar att falla i. O’Brien (2005) nämner tre olika där den första är att greenkeepern kan fixa alla problem med dräneringen med \$20 000 och en grävare. Nästa missuppfattning är att det går att lösa alla problem med dräneringen bara man stänger banan i 4 – 12 månader för att gräva, forma om och installera dränering. Tredje villfarelsen är att snabba lösningar som luftning och dressning av fairway kommer att torka upp blöta/våta områden.

Ofta finns inte kunskapen bland golfklubbens personal att upprätta en dräneringsplan, utan man behöver hyra in en konsult – en dräneringsexpert. Resultatet blir en dräneringsplan, vilken innehåller uppgifter om hur varje hål ska dräneras. Varje enskilt hål behöver olika slags dränering och blandningar av dessa. Planen innehåller också en helhetsbedömning på det totala dräneringsbehovet, då områden utanför den klippta delen av banan påverkar den klippta. (O’Brien, 2005)

Nedan finns fem punkter en dräneringskonsult går igenom enligt O’Brien (2005):

1. Identifiering av blöta/våta områden på varje hål.
2. Ytvattenområden – var någonstans kommer ytvatten in på banan, och var ska det samlas upp? Ska det ledas bort med öppna diken, samlas upp i dammar eller är det nödvändigt att leda in det i slitsdränering?
3. Var ska slitsdränering installeras och hur ska vattnet ledas bort från den? Vilket avstånd ska det vara mellan slitsarna och på vilket djup ska de ligga är andra frågor som besvaras.
4. Hur ska det sammanlagda vattnet från varje hål ledas bort och hur leder man bort hela eller delar av banans vatten?

5. Vad blir kostnaden för hela dräneringen? Konsulten gör en kalkyl där det ska framgå arbetstid, antal arbetare som behövs, tider för hyrmaskiner, kostnad för dräneringsmaterial och sand, samt antal dagar som varje hål behöver vara avstängt.

Att genomföra en grundlig dränering av en golfbana är ingen billig historia. Som tur är behöver man inte göra allt på en gång. Dräneringsplanen är gjord så att den går att dela upp över flera år och man kan åtgärda problemen allteftersom man får budget för det. Viktigt är att man nu har en plan utifrån vilken man kan göra prioriteringar av vad som måste åtgärdas just nu. (O'Brien, 2005)

Dimensioneringen av dräneringsledningar påverkas av mängden vatten som ska transporteras bort samt lutningen på ledningen. Med hjälp av de värdena får man enligt tabeller dimensionen på rören. Dimensionerande inom jordbruket, vid täckdikning är 0,65 l/s och ha. (2340 l/h och ha.) Har man även intag av ytvatten i systemet behöver man dimensionera för större mängder. Rekommendationen är då 1 – 2 l/s och ha. (3600 – 7200 l/h och ha). (SGF, 1996)

Innan man lägger på växtbäddsmaterialet ska man se till att terrassen inte är packad. Man ska föreskriva att terrassen luckras till ett djup av minst 300 mm. En terrass som har en genomsläpplighet på 0,3 mm/h kommer att dränera de övre 50 mm av en vattenmättad växtbädd på samma tid som täckdike med c/c 1,4 m. (McIntyre & Jakobsen, 2000)

Vilken metod ska man använda vid olika problem?

- Vid jordar med låg infiltration och låg genomsläpplighet ska man slitsdränera. Läger man vanlig täckdike kommer vattnet ändå inte ner till dräneringen eftersom jorden inte släpper igenom vatten.
- Har man sänkor med stående vatten installera ytvattenbrunnar.
- Är det hängande markvattnet för högt eller om grundvattennivån är för hög ska man täckdika.

(O'Brien, 2005)

### **3.3 Svar vid intervjuer med banchefer m fl.**

Följande frågor, avseende dränering, har ställts till klubbarna.

1. Vilka förstudier och andra undersökningar gjordes i inledningsskedet? Ex geologiska, hydrologiska mm
2. Vilka rådgivare och experter var involverade i programskrivningsskedet?
3. Vilka bygghandlingar och övriga handlingar har funnits med i byggprocessen? Har klubben fått relationshandlingar?
4. Fanns/finns det någon avvattningsplan för området och vem har upprättat den?
5. Fanns det någon teknisk beskrivning på avvattningen och vilka krav ställde den?
6. Vem gjorde den tekniska beskrivningen på avvattningen och resten av projektet?
7. Vilken typ av avvattning har använts?
8. Hur väl fungerar ytavrinning, dränering och avskärning på anläggningen idag? Vad fungerar och vad fungerar inte och varför? Om det inte fungerar – vad åtgärdas orsaken eller symtomen?
9. Övriga erfarenheter och synpunkter angående den tekniska beskrivningen av avvattningssystemet? Vad saknas?

I svaren från de olika klubbarna används begrepp såsom till exempel USGA-, California-, och SGFGreen. Dessa beskrivs under punkt 3.4.

#### **3.3.1 Malmö Burlöv GK**

Malmö Burlöv GK gjorde en utbyggnad från 18 till 27 hål. Medlemmarna i klubben hade ett intresse av att öka tillgängligheten på banan, så att det alltid fanns möjlighet att spela åtminstone en 9-hålsslinga. Då diskussioner fördes med Burlövs kommun framkom ett delvis gemensamt intresse av att ha en golfbana där den sedermera placerades. Kommunen ville ha odlad ”trädgårdsmark” i anslutning till ett naturområde runt Segeå. Intervjun genomfördes 2008-02-18 med banchefen Mats Björk och tidigare ordföranden Henning Schannung.

##### **Dränering enligt förfrågningsunderlag**

Förfrågningsunderlaget innehöll det mesta man kan efterfråga i ett sådant. Dock saknades riktlinjer för dränering annat än på greenerna. Kraven på greenerna ställdes enligt USGAs riktlinjer. Ingen geoteknisk undersökning eller hydrologisk bedömning gjordes.

##### **Hur har de gjort?**

Man har tagit vara på gammal jordbruksdränering och använt sig av USGAs specifikationer på greenerna. På några hål finns en tydlig ytvattenavrinning. Det är oklart huruvida ytvattenavrinningen var planerad av arkitekten eller inte, då det finns på vissa platser men inte på andra. Några ytvattenbrunnar installerade man också i anläggningsskedet.

##### **Resultat?**

Överlag fungerar dräneringen, man har satt ytterligare några nya ytvattenbrunnar. För att få ett helhetsgrepp på dräneringen önskade greenkeepern en tydligare avvattningsplan innan banan började byggas.

### **3.3.2 Vasatorp GK**

Nybyggnationen gjordes då en av niohålsslingorna hade dålig dränering, samt att man ville få två 18-hålsbanor, där varje bana var homogen i karaktär. Därför byggde man en ny 18-hålsbana på en av de redan existerande 9-hålsslingorna samt på ytterligare inköpt mark. Intervjun genomfördes 2008-02-13 med banchefen Bengt Börjesson.

#### **Dränering enligt förfrågningsunderlag**

Det fanns inget förfrågningsunderlag, utan man bestämde sig för banarkitekt och han gjorde sedan byggklara ritningar. Bygget gjordes som en mycket delad entreprenad med bygglidare ur den egna organisationen. (Söderberg, 2005.)

Hela banans dränering vilar på brunnar för ytvattenavrinning enligt en avvattningsplan där dock höjdsättning, för avrinningens skull, ej finns med. Det finns konstruktionsritningar för greener och ytvattenbrunnar. Det fanns även dimensionering av ytvattenbrunnar samt rördimensioner beroende på antal brunnar och yta. Rören mellan ytvattenbrunnarna är perforerade vilket gör att de har en viss dränerande effekt. Greenerna är uppbyggda enligt USGAs specifikation. Ingen geoteknisk undersökning eller hydrologisk bedömning gjordes.

#### **Hur har de gjort?**

Byggnationen har i stort sett gjorts enligt ritningarna.

#### **Resultat?**

Banan har totalt en bra dränering vilken klarar att ta hand om åskskurar el dyl. inom rimlig tid, även när jorden är vattenmättad. På ett greenområde fungerar inte dräneringen fullt ut, samt i wasteland är dräneringen underdimensionerad. [Wasteland är ett område mellan två hål som består av sand men som inte definieras bunker.] Greenkeepern anser att man missat i projekteringen med att räkna på den totala avvattningsytan för varje stamledning, vilket medfört att det finns en risk för att rören är för kläna.

### **3.3.3 Öresund GK**

Byggnationen föranleddes av en vilja hos markägaren att anlägga golfbana istället för att odla på. Då ägaren insåg vidden av arbetet kontaktade han TopTee vilka sedan byggde banan. Intervjun genomfördes 2008-02-07 med banchefen Anders Gripvall.

#### **Dränering enligt förfrågningsunderlag**

Enligt anbudet och beställningen skulle endast greener och bunkrar dräneras. Greenerna skulle byggas enligt SGFs rekommendationer för greenbyggnad daterad 2003. Vad beträffar bunkerdräneringen fanns det ingen konstruktion beskriven, utan man överlät åt entreprenören att själv välja sätt. När det gäller dränering på resterande delar av banan förlitade man sig helt på den befintliga jordbruksdräneringen. Ingen geoteknisk undersökning eller hydrologisk bedömning gjordes.



### **Hur har de gjort?**

Dräneringen blev gjord såsom beställningen föreskrev. Dock var entreprenören tvungen att dränera med täckdikning på sex hål för att överhuvudtaget kunna schakta bort jordmassor. De kunde inte komma ut med sina maskiner på dessa hål.

### **Resultat?**

I centrum av banan är marknivån något högre och där finns inga problem utan de återfinns på de lägre områdena. Där det inte fungerar har man efteråt lagt slitsdräneringar och satt ytvattenbrunnar för att ta hand om ytvattnet. Dessa fungerar mycket bra.

Höjdsättning har på vissa platser lett till att vatten blivit instängt och ytavrinning ej kan ske. Det gjordes inte någon avvattningsplan innan byggnation varför ytavrinning, brunnar och täckdikning ej fungerar som en enhet.

## **3.3.4 Bokskogen GK**

Klubben har byggt om 18 greenområden på den gamla banan. Detta gjordes eftersom de gamla greenerna var i för dåligt skick. Intervjun genomfördes 2008-02-20 med banchefen Klas Karlsson.

### **Dränering enligt förfrågningsunderlag**

Dränering av greenerna gjordes enligt USGA-specifikation. I övrigt fanns ingen plan för att hantera vattnet på och runtomkring greenerna. Viss undersökning gjordes av Peter Chamberlain Golf Course Development och STRI, The Sports Turf Research Institute. Ingen geoteknisk undersökning eller hydrologisk bedömning gjordes i övrigt.

### **Hur har de gjort?**

Greenerna byggdes enligt California-modell, vilket innebär att dräneringen ligger likt jordbruksdränering under växtbädden utan ett dräneringslager mellan dräneringsledningarna. Växtbäddsmaterialet svarade ungefär mot USGA-specifikationen, dock hade man i "lite mer matjord". Greenerna byggdes ovanpå de befintliga för att säkerställa en högre greenyta och därigenom bättre avrinning från greenen.

### **Resultat?**

Dräneringen fungerade bra till sommaren 2007. Banchefens bedömning av orsaken var att man luftat för mycket på samma djup, vilket lett till viss packning på 15 cm djup.

## **3.3.5 Kristianstad GK**

Kristianstad GK valde att bygga ut från 27 till 36 hål på grund av ekonomiska aspekter. Den ensamma 9-hålsslingan drog inga greenfeeintäkter då de flesta valde att spela på den gamla 18-hålsbanan. Detta gällde även många av medlemmarna. Man ville också skapa en komplett golfanläggning med 36 hål och sex korthål. De sex korthålen är lagda på is tillsvidare. Intervjun genomfördes 2008-02-15 med banchefen Fredrik Degent.

### **Dränering enligt förfrågningsunderlag**

De visuella undersökningar man gjorde resulterade i bedömningen att banan inte behövde dräneras. Jorden består till övervägande del av olika typer av sand. På de 27 hål man hade sedan tidigare, samt på den nyinköpta marken fanns inga tecken på problem med dräneringen. Greenerna skulle dräneras enligt USGA-standard. Ingen geoteknisk undersökning eller hydrologisk bedömning gjordes. Det fanns ett väldigt bra underlag med förfrågningsunderlag, målbeskrivningar, konstruktioner etc.

### **Hur har de gjort?**

Banan byggdes enligt de handlingar som fanns, dvs. greener dränerades men inget annat.

### **Resultat?**

Dräneringen fungerar väldigt bra med undantag för ett hål, där man fyllde upp växtbädden med ett matjordslager. Matjorden fanns inom banan varför entreprenören tyckte att det vore smidigt att ta matjorden istället för sand. Då hålet har en annan dränering och därigenom en annan karaktär kommer entreprenören att få dränera hålet.

## **3.3.6 Karlshamns GK**

Klubben hade 27 hål sedan tidigare och ville få två stycken 18-hålsbanor så att medlemmarna och greenfeegäster kan spela en 18-hålsbana även om det är tävling på den andra banan. Man byggde samtidigt en korthålsbana med fem hål, samt pitchinggreen. Intervjun genomfördes 2008-02-19 med banchefen Ingemar Eriksson och Hans-Inge Brattbo från dåvarande bankommittén.

### **Dränering enligt förfrågningsunderlag**

I grunden förlitade man sig helt och hållet på en gammal jordbruksdränering frånsett tees, bunkrar och på greenerna där man använde sig av SGFs gamla rekommendationer för greenbyggnad. Vissa avskärande diken planerades samt att större delen av banan skulle bomberas. Ingen geoteknisk undersökning eller hydrologisk bedömning gjordes.

### **Hur har de gjort?**

Dräneringen anlades enligt förfrågningsunderlaget. Det uppstod vissa tveksamheter kring texturen på växtbäddsmaterialet i greenerna. Till slut kom man fram till att det fanns något för mycket av silt och ler i materialet, samt att genomsläppligheten låg i underkant av vad som var rekommenderat.

### **Resultat?**

Alla greener fungerar utan anmärkning. På vissa tee har man problem med att vattnet inte försvinner iväg från området utanför teen, då teedräneringen inte är ihopkopplad med övrig dränering utan rinner rakt ut i terrängen. Ett av hålen betecknades som ett sorgbarn, där det ofta var fuktigt. Anledningen till problemet uppkom under anläggningsskedet då mängdningen av schaktmassor inte stämde utan det saknades material så det uppstod ett lägre område där ansamlingen av vatten blev högre. Man har även behövt täckdika på ett par platser.

### **3.3.7 Lagans GK**

Byggnationen omfattade en utbyggnad från nio till 18 hål. Klubben hade kö och för att minska trycket gjordes utbyggnaden. Man hade också pengarna för utbyggnaden. Intervjun genomfördes av Kent Fridell 2008-02-22 med banchefen Magnus Karlsson.

#### **Dränering enligt förfrågningsunderlag**

Viss geoteknisk undersökning gjordes i form av kontroll av grundvattennivån. Dräneringen av greenerna gjordes enligt den gamla modellen utarbetad av SGF. Ingen avvattningsplan fanns. Ingen dränering lades på fairway, endast tee och greenerna dränerades. Det fanns ingen jordbruksdränering, men man trodde att det nog skulle gå bra ändå. Viss ytavrinning användes.

#### **Hur har de gjort?**

Banan blev byggd enligt förfrågningsunderlaget

#### **Resultat?**

Green och tee fungerar bra. Fairway är väldigt dåligt dränerad. Man har lagt flera km med markdränering plus ett antal brunnar och slitsdränering. Slitsdräneringen har bitvis gjort nytta, inledningsvis var den ej kopplad till markdräneringen. Finare material vandrade in i dräneringsgruset, vilket hade fraktionen 2 – 8 mm. Man hade ej slitsade brunnar.

### **3.3.8 Lunds Akademiska GK**

På Lunds akademiska hade man på de nio ursprungliga hålen inte gjort några förändringar sedan de byggdes 1934, dessa hål var utan dränering. De nio ”nya” hålen byggdes på 1950-talet och var dränerade. Samtliga 18 greener hade med god marginal passerat bäst-före-datum. Intervjun genomfördes 2008-02-21 med banchefen Anders Olofsson och klubbchefen Håkan Svensson.

#### **Dränering enligt förfrågningsunderlag**

Dräneringen enligt förfrågningsunderlaget utgick ifrån Svenska Golf förbundets beskrivning av greenbyggnad, underlaget till denna är hämtad från USGAs beskrivning av greenbyggnation. Arkitekten tog viss hänsyn till omgivningarna och projekterade en del avskärmande dräneringar. Ingen geoteknisk undersökning eller hydrologisk bedömning gjordes.

#### **Hur har de gjort?**

Alla greener är uppbyggda enligt SGFs specifikationer. Avskärmande dränering anlades enligt ritning. Banpersonalen arbetade tillsammans med entreprenören i byggnationen.

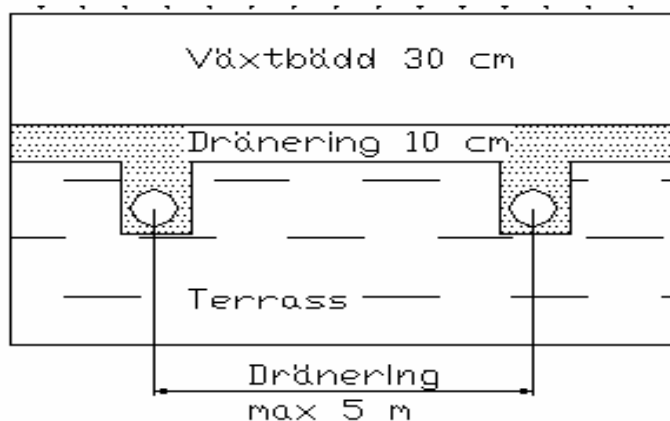
#### **Resultat?**

Dräneringen fungerar mycket bra.

### 3.4 Beskrivningar av olika greenuppbyggnader

#### 3.4.1 USGA-greener

USGA har sedan 1960 gett ut beskrivningar i hur greener ska byggas. Deras riktlinjer bygger på många års erfarenhet och tester. Den senaste revideringen gjordes 2004. (USGA, 2004) Dock är det den föregående versionen från 1993 som ligger till grund för de flesta greener i Sverige. 2002 gav man ut tips för att lyckas med byggnationen av en USGA-green. (Moore, 2002) En USGA-green består av två lager utöver terrassen; dräneringslager och växtbäddslager. (Se figur 4).



Figur 4. Uppbyggnad av USGA-green.

Sammansättningen av växtbäddsmaterialet är noga definierat och ska följas om greenen ska fungera som avsett. (Se figur 5). Detsamma gäller för dräneringsmaterialet som måste anpassas efter växtbäddsmaterialet.

Korngupper	Partikelstorlek (mm)	Innehåll i viktprocent	
Fine gravel	2.0 – 3.4	< 3%	Totalt < 10%
Very coarse sand	1.0 – 2.0		
Coarse sand	0.5 – 1.0	> 60%	Totalt < 10%
Medium sand	0.25 – 0.5		
Fine sand	0.15 – 0.25		
Very fine sand	0.05 – 0.15	< 5%	
Silt	0.05 – 0.002	< 5%	
Clay	<0.002	< 3%	
<b>Fysikaliska egenskaper</b>		Intervall	
Genomsläpplighet av vatten		>150 mm/h	
Total porositet		35 – 55%	
Luftfylld porositet		15 – 30 %	
Vattenfylld porositet		15 – 25%	

Figur 5. Växtbäddsspecifikation enligt USGA. (USGA, 2004)

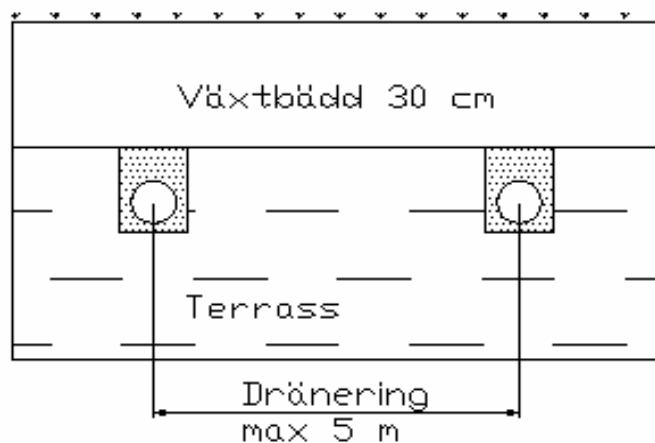
En viktig parameter i greenens funktion är att det skapas hängande markvatten i växtbädden. I detta fallet är det inte något negativt utan tjockleken på växtbädden och materialet, både i växtbädden och dräneringen, är anpassat så att jorden inte håller för mycket vatten.

### 3.4.2 SGF-greener

SGFs rekommendationer från 2003 följer USGAs från 1993. SGF har inte tagit hänsyn till USGAs tips för att bygga en green, utan helt slaviskt följt 1993 års version. För skillnader se punkt 3.4.5.

### 3.4.3 California-greener

Växtbäddsmaterialet i en Californiagreen är detsamma som i en USGAuppbyggd green. Den stora skillnaden är att här läggs dräneringen som en täckdikning dvs. utan ett dräneringslager under växtbädden. Detta gör att vattentransporten till dräneringsrören måste ske i växtbäddsmaterialet. Det finns inget uttalat maximalt avstånd mellan dräneringsrören men 5 m borde vara rimligt. (Nus, 2006) (Se figur 6).



Figur 6. Uppbyggnad av Californiagreen.

### 3.4.4 SGF-greener, gammal modell

I SGFs tidigare rekommendationer testade man endast växtbäddsmaterialets kornstorleksfördelning utifrån Atterbergs korngruppering. Detta medförde att man inte visste något om porositeten eller genomsläppligheten. I övrigt följde rekommendationerna USGAs. (SGF, 2003)

### 3.4.5 Skillnader mellan USGA- och SGF-greener

SGFs rekommendationer (2003) följer USGAs (1993) helt och hållet så där finns inga skillnader. Dock återfinns ett par skillnader om man jämför USGAs tips för att bygga en green med både USGAs egna rekommendationer och därför också de från SGF. (Moore, 2002) Fortsättningsvis kommer jag att skriva SGF men skillnaderna gäller även för USGAs egna rekommendationer. Moore (2002) nämner själv i texten som rör dräneringen två skillnader. Den första är att man i tipsen lättat på kravet att terrassen måste vara en exakt kopia av den färdiga greenen. Tanken bakom detta

krav är att växtbädden ska vara lika tjock över hela greenen för att kunna hålla lika mycket vatten så det inte uppstår skillnader för gräset. Som slutsats av detta har man rekommenderat att även dräneringslagret ska vara lika tjock över hela greenen för att inte påverka den vattenhållande förmågan i växtbädden. För att få dräneringslagret att vara lika tjockt måste terrassen vara en kopia av den färdiga greenen. Dräneringslagret har två syften, dels att skapa fritt hängande markvatten, samt att fungera som ett kapillärbrytande skikt. Dräneringslagret ska vara 10 cm tjockt varför detta borde vara den minsta tjockleken för att nå ovanstående. Dock kan dräneringslagret vara betydligt tjockare utan att funktionerna går förlorade. Den andra skillnaden är hur själva dräneringsrören ska läggas. Enligt SGF ska dräneringsrören på en green ligga i ett så kallat fiskbensmönster. Detta sätt fungerade utmärkt tidigare då greenerna var något mindre ondulerade och hade en hyfsat jämn lutning från bakkant till framkant. Dagens greener är designade med mer fall inom greenen varför en klassisk fiskbensdränering inte fungerar fullt ut. För att lösa detta kan man använda flera dräneringar på en och samma green. Det viktiga är att stamledningarna följer greenens lutning och sidodräneringarna går vinkelrätt mot lutningen.

## 4 Resultat och diskussion

Jag har använt mig av McIntyre och Jakobsen (2000) som huvudbok i denna uppsats. Författarna har en väldigt negativ syn på täckdikning för att dränera sportytor. Deras syn kan ha präglat min inriktning. Dock har jag inte hittat någon annan litteratur som motsäger McIntyre och Jakobsens teser. De nämner också att de förenklat vissa delar och jag har svårt att överblicka hur det har påverkat resultatet.

För att bedöma dräneringsresultatet har vi frågat bancheferna vad de anser. Deras svar är väldigt subjektiva och de är självklart part i målet. Samtidigt är det svårt för oss att genomföra någon form av objektiv kontroll då de yttre betingelserna varierat vid de olika banbesöken. Det är också viktigt att få med bedömningar under växtsäsong, vilket vi inte haft möjlighet att genomföra. För att bedöma resultatet av dräneringen bör djupare studier göras under längre tid, där man även kan mäta dräneringskapaciteten.

På en del banor har även personer från styrelsen, nuvarande eller tidigare, varit med vid intervjuerna. De har varit med eftersom de var delaktiga och aktiva under både programskrivningen och upphandlingen. Vi upplevde att deras närvaro begränsade banchefens vilja att beskriva banan, framförallt de negativa sakerna. Dock så tillförde dessa personer väldigt mycket kunskap om byggnationerna varför det totalt sett var positivt att de var med.

De klubbar som byggt om sina greener enligt USGAs (SGFs) metoder har fått väl fungerande greener. Jag upplever att det inte finns några större diskussioner om USGA-greeners kvalitet, utan bygger man nya greener eller renoverar gamla använder man sig av USGAs specifikationer. Som tidigare nämnts skiljer sig rekommendationerna från USGA respektive SGF inte åt. Använder man sig däremot av USGAs tips för greenbyggnation skiljer det sig lite. Ingen av bancheferna har uppgett att de använt sig av USGAs tips för greenbyggnation.

Det var bara en klubb som skickade förfrågningsunderlag till oss innan intervjun. Övriga klubbar hade det tillgängligt vid intervjun och vi kunde studera det på plats. Detta gjorde det svårt att i förväg studera förfrågningsunderlaget i detalj. Dock kunde vi bilda oss en allmän uppfattning under intervjun och genom de svar vi fick kunde vi också dra vissa slutsatser om omfattningen av förfrågningsunderlaget. De flesta klubbarna har delvis haft bra förfrågningsunderlag. De har varit utformade enligt gällande Administrativa Föreskrifter, AF, och Allmänna Bestämmelser, AB. Det som framförallt har saknats är AMA-delen med tekniska beskrivningar och konstruktioner för olika delar på golfbanan. Klubbarna har därmed överlåtit åt entreprenören att konstruera och bygga efter bästa förmåga. Entreprenörerna har ofta haft en bred kompetens vad gäller vägbyggen och andra anläggningsjobb. Kompetensen att bygga golfbanor har det varit sämre med då man inte förstått att syftet med att dränera väg etc. och golfbanedränering är vitt skilda. Den förra ska dränera bort allt vatten medan den senare ska dränera bort skillnaden mellan vattenmättat och fältkapacitet. På många av banorna har banchefen varit tvungen att delta i arbetet för att få en mer rätt konstruktion än vad som gått att utläsa ur förfrågningsunderlaget. AMA-delen i förfrågningsunderlaget bör innehålla en dräneringsplan med konstruktioner för greener, bunkrar, tees, fairway samt eventuellt andra ytor.

Två klubbar byggde enbart om greenområdena med olika resultat. En följde SGFs rekommendationer medan den andra valde uppbyggnad enligt Californiamodellen. Man valde även olika växtbäddsmaterial. Klubben som följde SGFs rekommendationer har inga problem med sina greener. Klubben med Californiagreener fick sommaren 2007 problem med dräneringen. Huruvida orsaken står att finna i olika modeller för greenbyggnationen, olika växtbäddsmaterial eller olika skötselåtgärder är svårt att få klarhet i. Troligtvis är det vara en kombination av alla.

Övriga sex klubbar har ett jämt fördelat resultat där två har BRA dränering, två OK och två DÅLIG. Dessa klubbar har byggt nio eller 18 nya hål. De klubbar som har bra dränering; Kristianstads GK och Vasatorp GK, har värderat och planlagt dräneringen innan byggnationen satte igång. Man har inte heller förlitat sig på jordbruksdräneringen. Arkitekterna har även de tänkt på dräneringen vid designen. En av klubbarna hade en dräneringsplan. Två klubbar tyckte att de hade OK dränering; Malmö – Burlöv GK och Karlshamns GK. I Malmö fanns en jordbruksdränering som man förlitade sig på. På vissa hål är det en tydlig ytvattenavrinning, men det är osäkert om arkitekten medvetet gjort detta då man på andra ställen varit tvungna att sätta nya ytvattenbrunnar. Förfrågningsunderlaget var bra. I Karlshamn hade man inte heller någon nyinstallation av dränering, utan man ansåg att den gamla jordbruksdräneringen skulle fungera. Viss avskärmande dränering gjordes och man bomberade fairway. Man hade dock inte dräneringen i fokus under byggnationen då man fick en svacka på halsen, vilken man inte åtgärdade och där man har stora problem i dag. DÅLIG dränering upplevde två klubbar att de hade; Lagan GK och Öresund GK. Öresund hade ett förfrågningsunderlag som var OK. Man hade dock valt bort dränering på fairway och förlitade sig helt och hållet på befintlig jordbruksdränering. Trots behovet att dränera sex fairways för att kunna komma till och arbeta, gjorde man ingen omprövning av dräneringsbehovet. Höjdsättningen har på vissa platser varit åt fel håll så att vatten blivit instängt, utan möjlighet till avrinning åt något håll annat än neråt. På Lagans GK hade man en väldigt dålig dränering. Man har efterhand lagt täckdike, slitsdränering, ytvattenbrunnar. Även här har problem uppstått då ytvattenbrunnsrören inte varit slitsade, man har också fått invandring av finare material i dräneringsgruset.

När det gäller fairway så finns det ingen standardlösning för dränering, utan varje bana och fairway har sina behov och förutsättningar. En slutsats man dock kan dra är att de som gjort sin läxa innan byggnationen och aktivt tänkt på och värderat dräneringen och inte förlitat sig på befintlig jordbruksdränering, en dränering som fungerar utmärkt till att odla potatis och annat på, har lyckats bättre. Litteraturstudien ovan och intervjuerna med bancheferna har visat att jordbruksdräneringen inte klarar av att dränera fairway. För att få väl dränerade banor måste man ha en helhetssyn på dränering och använda sig av avskärmande dränering, ytvattenavrinning och täckdikning i kombination. Förutsättningen för jordbruksmark att avleda 35 mm nederbörd under en 5-dagarsperiod står i stark kontrast med golfbanans behov att avleda 35 mm på kanske 2 timmar. McIntyre och Jakobsen (2000) visar med Hooghoudts formel att om täckdikning ska vara effektiv på en golfbana måste rören ligga djupt och väldigt tätt. Bakgrunden till detta är att vattnet i huvudsak dras ner i marken på grund av jordens dragningskraft. Rörelsen i sidled är således liten. Maximalt kan vattnet röra sig 45 grader från ursprungsplatsen. Vattnets sidgående rörelse är minimal och väldigt långsam i marken och når därför inte dräneringsrören i önskvärd mängd i rimlig tid.



Det dräneringsbara vattnet finns i de största porerna i marken – makroporerna. Det är även dessa som är de som påverkas mest vid packning. Blir jorden packad minskar porerna i storlek och får därmed en större kapillär upptransport. Marken blir blötare underifrån, samtidigt som vattnet inte kan infiltrera uppifrån. Effekterna av en packningsskadad jord blir alltså dubbel. Det är viktigt att i förfrågningsunderlaget föreskriva åtgärder för att minska risken för packningsskador och om de inträffar hur de ska åtgärdas. På golfbanor anlagda på gammal åkermark finns ofta en plogsula mellan matjorden och alven. På åkermarken finns det många gånger en jordbruksdränering med skiftande kvalitet. McIntyre och Jakobsen (2000) menar att skiktet under matjorden oftast är packad och att täckdikningen ligger med för stort avstånd för att få någon reell effekt på en golfbana. Resonemanget utgår från att profilen under dräneringsrören inte är genomsläpplig och växtbädden är vattenmättad. Hooghoudts formel ger då svar på hur kapaciteten är för att sänka toppen på grundvattenbågen. Täckdikningen fungerar bäst som en regulator för grundvattnet och ger därmed en viss upptorkning högre upp i horisonten genom att den kapillära zonen sänks. Till viss del motsäger McIntyre och Jakobsen (2000) sig själva. De menar att man vid anläggande av sportytor kan bortse ifrån genomsläppligheten under dräneringsrören, då denna mestadels är väldigt liten. Samtidigt gör de en beräkning där genomsläppligheten under dräneringsrören är så låg som 0,3 mm/h och får en kraftig ökning av den totala genomsläppligheten. Dock så minskar effekten av denna då genomsläppligheten ovanför rören ökar. En positiv effekt med att bortse från jorden under dräneringsrören är att man inte kommer att underdimensionera dräneringen.

McIntyre och Jakobsen (2000) rekommenderar ett dräneringsgrus vid täckdikning och ett annat vid slitsdränering. SGF (1996) förordar ett tredje till ytvattenbrunnar. Enligt McIntyre och Jakobsen (2000) så sker en partikelinvandring från finare till grövre material, varför dräneringsgruset i ytvattenbrunnarna borde täppas till. Vid ytvattenbrunnarna borde även sidhängande markvatten uppstå med lite vattentransport till brunnen som följd. Litteraturen anger väldigt olika typer av dräneringsgrus varför effekterna av de olika varianterna borde studera närmare. Vilket filtermaterial man använder påverkar dräneringen. Med olika dräneringsgrus kan man få en god dränering eller skapa hängande markvatten. Det sistnämnda är utmärkt att har på en USGA-green, men inte i täckdiken på fairway. Anledningen till att hängande markvatten fungerar på en USGA – green är att där har man rätt förhållande mellan kornfördelningen i växtbäddsmaterialet och dess tjocklek. Detta innebär att det vattenavförande trycket är tillräckligt för att jorden inte ska bli vattenmättad. Filtermaterialets textur har en stor påverkan på hur väl dräneringen fungerar. Ofta använder man sig av för grovt material eftersom man är rädd att ett finare ska rinna in i dräneringsrören. Det som inträffar är att det finare materialet utanför dräneringsgruset rinner in i detta och ger sämre verkan på dräneringen eftersom dräneringsgrusets kapacitet närmar sig den omgivande jordens. McIntyre och Jakobsen (2000) rekommenderar att man använder sig av tvättad 0,2 – 2 mm. För USGA-greener använder man material med en annan dimension då man eftersträvar hängande markvatten.

Arkitekten måste i ett tidigt skede bestämma hur vattnet ska hanteras och planera banan därefter. Höjdsättning är en viktig del för avvattningen. Om man inte har obegränsade resurser är det terrängen och markens beskaffenhet som styr valet av dränering vid varje plats. På en och samma bana bör det förekomma flera olika typer av dränering, även ett och samma hål kan behöva dräneras på olika sätt. Ytvattenavrinning bör användas i större utsträckning, då kapaciteten är väldigt stor och det är enkelt att leda vattnet till öppna diken. De viktigaste resultaten jag kommit fram till är vikten av att ha en helhetssyn avseende dräneringen och en tydlig kravspecifikation på dräneringskapaciteten. Hur snabbt vill man kunna komma ut och spela på banan är tillsammans med aktuell nederbörd det som styr kravspecifikationen. Det är också viktigt att genomföra grundliga förstudier för att veta vad man har att arbeta med. Dessa delar ska finnas med i förfrågningsunderlaget. Finns det inte med är det svårt för klubben att få bra anbud på sina upphandlingar. Det är även svårt för entreprenören att räkna på ett undermåligt förfrågningsunderlag.

Det som saknas inom banbyggnation är en golfbanekonstruktör. Denna person ska se till att banan är rätt konstruerad. Dräneringsplan, tekniska beskrivningar och ritningar av dränering är exempel på vad en konstruktör ska göra. Andra viktiga delar är hur växtbäddarna ska vara konstruerade och vilka typer av jordar man kan lägga på varandra.

*Arkitekten designar banan efter beställarens vision av hur golf ska spelas just här.  
Konstruktörens roll är att realisera visionen genom konstruktionen.*

## Källförteckning

- Adams, W.A. Gibbs, R.J. (1994). *Natural Turf for Sport and Amenity: Science and Practice*. Wallingford, UK. CAB International. Ss 71 – 158.
- Beard, J.B. (2002). *Turf management for golf courses*. 2:a uppl. Chelsea, MI, USA. Ann Arbor Press. Ss 229 – 233.
- Hammar, O. (Red). (1990). *Växtodling 1 – Marken*. Stockholm. LTs förlag. Ss 115 – 139.
- Kelly, J. Ami, S. (2004). *Solving Drainage Problems*. *Greenmaster*. June. 39(3). Ss 26 – 28. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://archive.lib.msu.edu/TIC/grnma/article/2004jun26.pdf>> (2007-12-03).
- McIntyre, K. Jakobsen, B. (2000). *Practical drainage för Golf, Sportsturf and Horticulture*. Hoboken, New Jersey, USA. John Wiley & Sons, Inc.
- Moore, J.F. (Red). (2002). *Building the USGA Green: Tips for success*. USA. The United States Golf Association. (Elektronisk). Tillgänglig: <[http://www.usga.org/turf/course\\_construction/green\\_articles/tips\\_for\\_success.pdf](http://www.usga.org/turf/course_construction/green_articles/tips_for_success.pdf)> (2008-01-13).
- Nus, J. (Red). (2006). Dynamics of water flow in putting greens via computer simulation. *Turfgrass and Environmental Research Online*, vol 5:17, sep 2006. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://usgatero.msu.edu/v05/n17.pdf>> (2008-05-07).
- O'Brien, P.M. (2005). *Planning a Golf Course Drainage Project*. *USGA Green Section Record*. September/October. 43(5). Ss 16 – 20. (Elektronisk). Tillgänglig: <[http://www.usga.org/turf/green\\_section\\_record/2005/sep\\_oct/planning.html](http://www.usga.org/turf/green_section_record/2005/sep_oct/planning.html)>. (2007-12-03).
- Svenska Golfförbundet, SGF. (1992). *Banskötselhandbok*. Danderyd. Svenska Golfförbundet.
- Svenska Golfförbundet, SGF. (1996). *Dränering av golfbanor*, Svenska Golfförbundet.
- Svenska Golfförbundet, SGF. (2003). *Svenska Golfförbundet greenbyggnad*. Svenska Golfförbundet.
- Söderberg, J. (2005). *Att upphandla byggprojekt*. 5:e uppl. Lund. Studentlitteratur.
- USGA. (2004). *USGA recommendations for a method of putting green construction*. USA. The United States Golf Association. (Elektronisk). Tillgänglig: <[http://www.usga.org/turf/course\\_construction/green\\_articles/USGA\\_Recommendations\\_For\\_a\\_Method\\_of\\_Putting\\_Green\\_Construction.pdf](http://www.usga.org/turf/course_construction/green_articles/USGA_Recommendations_For_a_Method_of_Putting_Green_Construction.pdf)>(2008-05-05).
- Wiklander, L. (1976). *Marklära*. Uppsala. Sveriges Lantbruksuniversitet.