

# Vækstlaget på golfgreens, biomassen og behovet for luftning

Af Martin Pedersen

## Vækstlagets sammensætning

Vækstlaget er det medium, hvori græsset på golfgreens vokser og skal forsyne græsset med luft, vand og gødning, men vækstmassen er også et vækstmedium for den række af mikroorganismer, som udgår vækstlagets biomasse. Vækstlaget er et heterogent system, som består af ca. 50% faste artikler og ca. 50% vand og luft. De faste partikler i vækstlaget er en blanding af ler, silt, finsand og grovsand. De mineralske partikler bestemmes efter partikkelstørrelse. Lerpartiklerne er de mindste. Ler har kolloid karakter og besidder elektriske egenskaber, der betyder, at lerpartiklerne kan binde vand mod tyngdekraftens påvirkning og forskellige gødningsstoffer mod udvaskning. Alle lerpartikler svulmer op, når de bliver fugtige og trækker sig sammen, når de udtørres, dette medfører, at greens med stort lerindhold bliver vandlidende og bløde efterår og vinter og uegnet til golfspil. I sommertiden bliver de lerholdige greens meget hårde og formår ikke at kunne holde bolden og giver hermed dårlig spillekvalitet. Sandet er den anden fraktion af mineralpartiklerne. Sand har ingen kolloidale egenskaber som lerpartiklerne. Sand kan derfor ikke optage og binde vand og gødning. Sand kan have partikkelstørrelser, der varierer fra 0,2 til 2,0 mm. Vækstlag med uensartet sandfraktion vil komprimeres og medføre dårlig vandinfiltrering, vækstlaget bliver vandlidende i perioder med nedbør og spillekvaliteten bliver dårlig. Ved undersøgelser af greens med vækstmæssige problemer kan man konstatere, at problemerne som regel skyldes vækstlag med for højt lersiltindhold, vækstlag med uensartet sandfraktion, lagdelt vækstlag eller evt. en kombination af de nævnte forhold.

Greens stiller store krav til vækstlagets fysiske egenskaber. Greens må derfor være

konstrueret af et vækstlag, der kan modstå den intense trafik, være veldrænet og give god spilleflade under forhold med fugtigt vejr. Dette kræver et vækstlag med ca. 90% sandindhold og høj hydraulisk ledningsevne. Sand har stor potentiale til at give vækstlag med stor grovporeporøsitet, men kun hvis der anvendes sand med ensartet kornstørrelse, hvor forholdet mellem grovsand og finsand udtrykt ved gradationsindexet  $d_{90}:d_{10}$  er 3,5 eller der under.

En betingelse for god rodvækst kræver også, at vækstlaget har en kolloidmængde på mindst 6%. Det kan være 2-3% ler eller 2-3% humus eller kombinationer heraf. Humus er en blanding af planterester i forskellige nedbrydningsfaser. Selv om humus kun udgør en mindre procentvis mængde af vækstmassen, har humus stor indflydelse på vækstlagets fysiske og kemiske egenskaber. Ved beskrivelse af syntetiske vækstlag, hvor sphagnum eller kompost indgår som en del af det organiske materiale, kan den mikrobielle nedbrydning og omsætning af materialet medføre kemiske ændringer, som medfører dannelse af kolloider, som på et tidspunkt kan blokere grovporesystemet eller medføre, at vækstlaget bliver hydrofobisk og der opstår lokale tørre pletter.

## Afdræning af vækstlaget på greens

Til optimal græsvækst og afdækning af overskudsnedbør må vækstlaget på greens efter anlæg have en samlet porøsitet på 40-50 vol%, hvoraf 20-25% bør være grovporer og andre 20-25% kapillær porer, mellemporer og finporer. For at greens kan være spilleklare umiddelbart efter en regnvejrperiode, må der være en afdræning på mindst 25 mm vand pr. time. Denne afdræning kræver med ovennævnte krav til vækstlagets sammensætning en vækstlagstykkelse på 30-40 cm. Der findes ingen

luftdiffusion i vækstlaget og ikke ingen tilstrækkelig afdræning af overskudsnedbør, ingen betingelser for effektiv rodvækst, når grovporevolumet er 10 vol% og derunder. I vækstlaget på greens findes vand og luft generelt i vekslende mængdeforhold til hinanden afhængig af tidspunktet og størrelsen af vand tilførslen. Med stigende vandindhold i vækstlaget aftager luftindholdet, indtil vækstlaget er vandmættet og der ikke findes luft tilbage.

Ved undersøgelser af vækstlaget på danske greens med vækstmæssige problemer, kan man finde at vækstlagets vandindhold og luftindhold ofte er langt fra det, der betragtes som værende optimalt for græsvækst. Vækstlaget er vandlidende på grund af manglende afdræning, som følge af det manglende grovporevolumen. Det er kun vand i grovporesystemet, der kan afdrænes. Vandet i vækstlaget kan kun mindskes ved fordampning fra overfladen, hvilket giver koldt vækstlag, fordi den energi, der skal bruges til opvarmning af vækstlaget, nu bruges til fordampning af vandet, hvilket giver yderligere dårlige vækstbetingelser. Det er temperaturen omkring græssets vækstpunkt, der bestemmer, hvornår græsset gror. Manglende afdræning vil give greens, der konsekvent er våde og vandlidende i perioder med nedbør specielt forår og efterår. Meget ofte er der black-layer i vækstlaget og store angreb af alger og mos på overfladen. Koldt og fugtigt vækstlag giver sen forårsvækst, hvilket betyder, at greens ikke kan åbnes før sent i foråret og må lukkes tidligt i efteråret og ofte holdes lukket i perioder med nedbør i sommertiden. Græssets slidstyrke er meget reduceret på grund af svagt rodnet. Enårig rapgræs er dominerende græsart. Situationen forekommer altid, når der ved anlæg af greens er anvendt for dårligt vækstlag enten et meget ler-silt hol-



digt vækstlag eller et sandholdigt vækstlag med dårlig partikkelstørrelsesfordeling i materialet. Manglende luftindhold og dårlig afdræning af vækstlaget kan også findes, når man ved anlæg har anvendt et vækstlag med tykkelse under 25 cm.

#### Komprimering af vækstlaget:

Komprimering af vækstlaget ændrer såvel de fysiske og kemiske forhold som de biologiske forhold i vækstlaget, som igen påvirker forholdet vand/luft. Når der bliver luftmangel i vækstlaget, reduceres rodsystemets og mikrofloraens vækst og græssets vækstmuligheder. Komprimering defineres som en sammenpresning af vækstlagets partikler under udtrædning af luft, som medfører tættere vækstlag med mindre porevolumen og dårligere afdræning. Mængden af drænbare grovporer reduceres, mængden af kapillære porer forøges, og vandindholdet i vækstlagets overflade øges. Komprimering af vækstlaget kan forekomme allerede i anlægsfasen i forbindelse med udlægning af vækstlaget. Spil og færdsel med maskiner på greens i forbindelse med pleje af arealet vil også forårsage komprimering. Ved kørende færdsel er der tre primære kræfter, der påvirker komprimeringsgraden 1) Vægten på hjulet 2) Vibrationseffekten fra motor til hjul 3) Effekten af evt. hjulspin og snævre vendinger. Komprimeringsgraden er meget påvirket af vækstlagets sammensætning og vandindhold. Komprimeringen er lav, når vandindholdet i vækstlaget er lavt og øges efterhånden som vandindholdet stiger til markkapacitet. Komprimeringsgraden er meget mindre i sandholdigt vækstlag end i mere lerholdigt vækstlag. Belastning på 0,4 kg/cm<sup>2</sup> i sandjord kan give reduktion i grovporevolumen på ca. 7% vol%, men ved samme belastning på lerholdig jord nedgang i grovporevolumen på ca 10% vol%. Ved gentagne belastninger øges komprimeringsgraden. Ved langsom kørsel på greens er komprimeringsgraden større end ved hurtig kørsel. Komprimeringsgraden er altid størst i vækstlagets øverste 10 cm. Komprimeringseffekten af spillere på greens afhænger af årstiden, vandindholdet i greens, og fodtøj med spikes. Stor spillerbelastning af spillere med spikes i efteråret på fugtige greens med dårlig vækstlag, når der ikke er græsvækst, vil give ekstra slitage, reduceret optagelse af vand og gødning, lavere kulhydratniveau, greens med reduceret rod og bladvækst og risiko for anaerobe vækstforhold og invadering af alger og mos mm.

Ved undersøgelser af komprimeringen på danske golfgreens kan man finde vækstlag med volumenvægt på 2 kg/liter intet grovporevolumen. Volumenvægten i vækstlaget bør aldrig være større end 1,6 kg/liter.

#### Filtlaget på greens

Filt er et lag af levende og døde uomsatte udløbere, stængler og rødder, som udvikles og ophobes mellem den tilstedeværende vegetation og vækstlagets overflade. Filt består af ca. 34% cellulose, ca. 20% hemicellulose, ca. 5% andre kulhydrater og ca. 11% lignin. Filtophobning påvirkes af de anvendte græsarter og sorter, men også af de fysiske forhold i vækstlaget, som temperatur, Rt, C/N-forhold, og vandholdig overflade. Anvendelse af forskellige pesticider kan også påvirke ophobning af filt. Den største årsag til ophobning af filt i overfladen er dog reduceret aktivitet i vækstlagets biomasse. Et tykt filtlag kan tilbageholde mindst 5 mm vand mod nedsivning eller halvdelen i mm af filtlagets tykkelse. Daglig

vanding af greens med komprimeret vækstlag og tykt filtlag vil give greens med daglig luftmangel og dårlige vækstforhold.

#### Lagdannelse i vækstlaget

Lagdannelse i vækstlaget opstår, når der topdresses med ujævne mellemrum og med for store mængder topdressningsmateriale på en gang eller med varierende typer topdressning. Lagdannelse i vækstlaget betyder brydninger i vækstlagets poresystem, dårlig indsvivning af vand, gødning og luft, øget vandindhold i vækstlagets overflade, dermed også luftmangel og dårlig aktivitet i vækstlagets biomasse og øget filtphobning.

#### Vækstlagets biomasse

Biomassen er en fælles betegnelse for alle større eller mindre levende organismer, der findes i vækstlaget. Biomassen omfatter en fauna, som er en række smådyr fra mikroskopiske nematoder til fladorme, springhaler, tusindben, biller, forskellige larver, insekter og regnorme, hertil kommer en mikroflora, der omfatter svampe, actinomyceter, bakterier og alger. De fleste svampe og bakterier er saprofyter, som ernærer sig af kulstof fra dødt organisk materiale i vækstlaget. Mange svampearter kan være årsag til forskellige sygdomme i græsset.

Svampe udgør en talrig og meget vigtig gruppe i vækstlagets biomasse. Skimmelsvampe er et fælles navn for de svampe, der angriber og nedbryder forskellige organiske forbindelser under fugtige forhold.

Actinomyceter er bakterier, der danner hyfer lige som svampe, men hyferne er finere og mere forgrenet end hos svampene.

## DRÆN I DAG - SPIL I MORGEN



### UNIK PÅ GOLF & BOLDBANER

*Vi tilbyder en helt ny teknologi som gør det muligt at dræne dit idrætsanlæg i dag og være spilleklar allerede i morgen.*

**LANGHOLT MASKINSTATION'S**  
 aut. kloakmesterfirma ApS Full Service  
 Hørning 44  
 8310 Vukstor  
**KLOAK-  
 MESTER**

**Telefon 98 25 64 88 www.kloaknord.dk**



Actinomyceterne bidrager stærk til nedbrydning af cellulose og lignin. Actinomyceterne medvirker herved også til frigørelse af en stor del af det kvælstof, der findes i filtlaget. Actinomyceterne trives bedst ved Rt på ca. 6,5-7,0. Det er svampe og actinomyceter som i særlig grad bidrager til biologisk nedbrydning af filtlaget.

Bakterier udgør den talrigeste gruppe i vækstlagets biomasse. Bakterier findes i vækstlaget, hvor indholdet af organisk materiale er størst. Ved næringsmangel og udtørring formindskes bakterieantallet. Bakterierne har forskellig levevis, nogle er kulstof-autotrofe, hvilket vil sige, de danner organisk materiale ud fra uorganisk materiale som kuldioxid, forskellige gødningssalte og vand. Artsantallet bakterier i denne gruppe er ikke ret stor, men de spiller en meget stor rolle for græssets ernæring ved bl.a. at omdanne ammoniumsalt til nitrater, svovl og sulfider til sulfater. Andre bakterier er kulstof-heterotrofe, hvilket vil sige, de kræver tilførsel af organisk materiale for at kunne overleve.

Alger er mikroskopiske organismer, der lever i vækstlaget og på vækstlagets overflade. Når de vokser på vækstlagets overflade, kan de danne organisk materiale ved lys og alm. fotosyntese ligesom de grønne planter, til vækst kræver de kvælstof og andre gødningstoffer ligesom græsset.

På vandlidende greens med begrænset lysadgang kan algerne i overfladen danne en meget tæt belægning, der stedvis giver anaerobiske forhold og reduceret plantebestand. Under vækstlagets overflade, hvor lyset ikke trænger ned, lever algerne som saprophyter og ernærer sig kulstof-heterotroft på præcis samme måde som svampe og de fleste bakterier.

### Mikroorganismernes vækst og omsætning af organisk materiale

Kulstof er det element, som anvendes af mikroorganismene som energikilde og næring i største mængde. Mikroorganismernes vækst og livsfunktioner er derfor nøje knyttet til omdannelsen af organisk materiale i vækstlag og filtlag. Dette materiale er en kemisk blanding af forskellige kulhydrater som cellulose, hemicellulose og opløselige kulhydrater, lignin, fedtstof og proteiner. Disse stoffer medgår til syntese af de organiske stoffer, hvoraf mi-

kroorganismene består. De fleste mikroorganismer ånder aerobt ved luftens ilt. Herved iltes de organiske forbindelser og omdannes til kuldioxid, vand og forskellige uorganiske salte. Ved iltningen udløses den energi, som mikroorganismene dels forbruger til optagelse af næring og til opbygning af nyt levende organisk materiale, hvor af mikroorganismene består samtidig forekommer der en varmeudvikling. Stofomsætningen i organisk materiale og i filtlaget foregår efter følgende skema:

Dødt organisk stof + ilt + biomasse + enzymer ----- levende organisk stof + kuldioxid + vand + diverse gødningssalte + organisk rest + energi.

Mange mikroorganismer i biomassen kan ånde anaerobt uden luftens ilt. På vandlidende greens eller på greens med konstant fugtigt filtlag, hvor ilten holdes borte fra vækstlagets poresystem kan mange mikroorganismer reducere og bruge ilten i iltrige kemiske forbindelser som energikilde. Nitrat vil reduceres til nitrit og senere til luftformig kvælstof, sulfat reduceres til sulfid, som igen reduceres til svovlbrinte og evt. til Black-layer, mangan-oxyd reduceres til manganoforbindelser, ferri-oxyd til ferrofornbindelser. Alle disse processer foregår hurtigere ved høj jordtemperatur og når der er komposterbart materiale tilstede. Alle de dannede stoffer er giftige for græsset. Under anaerobe forhold kan kun delvist omsatte organiske forbindelser som mælkesyre, eddikesyre, smørsyre, acetaldehyd m.fl. ophobes i vækstlaget som giftige forbindelser. Der kan endvidere dannes luftarter som methan, svovlbrinte, ethylen og ammoniak, der alle er giftige for græsset.

Det organiske materiale i vækstlaget bliver gjort tilgængeligt ved hjælp af de enzymer, som udskilles af mikrofloraen. De enkelte enzymer benævnes efter de stoffer, de virker på. Cellulase, der produceres af såvel svampe som bakterier, omdanner cellulose som er et polysaccharid til vandopløselige kulhydrater (di- og monosaccharider).

Urease er et andet enzym, som danner kvælstof ved hydrolyse af urea (amidkvælstof). Hydrolyse er en proces, der foregår under optagning af vand og ved passende høj temperatur. Ved processen omdannes urea først til ammoniumcarbonat, som får

Rt til at stige, herved dannes ammoniak. Ligevægten mellem ammoniumioner og det frie ammoniak i jordvæsken varierer med stigende Rt, og kan forskydes, så der dannes endnu mere ammoniak. Kombinationen af højt Rt og fri ammoniak giver dårlige vækstbetingelser for en del af mikrofloraen. Der kan opstå en ammoniakforgiftning selv ved tilstedeværelse af små mængder ammonium. Ved den videre iltning af ammonium kan der opstå en nitritforgiftning, som hæmmer græssets vækst, svider græsset eller slår græsset ihjel. Ved anvendelse på greens med stort filtindhold ved højt Rt og høj temperatur vil Urea ifølge foreliggende litteratur give stort kvælstoftab.

Alle omsætninger og nedbrydning af organisk materiale der foregår ved hjælp af vækstlagets biomasse er temperaturafhængige. Der er ikke større aktivitet i vækstlagets biomasse, før jordtemperaturen når op på mindst 8-10 grader celsius. Med stigende temperatur øges mikrofloraens aktivitet og omsætningen af organisk materiale. Da de aerobe mikroorganismer behøver atmosfærisk ilt til ånding og respiration, vil kravet til ilt og luft også være størst i sommertiden og dermed vil kravet til luftning af greens også være størst i sommertiden.

Foruden kulstof kræver mikrofloraen også tilførsel af kvælstof, fosfor og svovl til syntese af de aminosyrer, proteiner, nucleotider og vitaminer som mikroorganismene består af. Kvælstof forekommer i vækstlaget i forskellige iltningsskader, som alle kan anvendes af de forskellige mikroorganismer. Den foretrukne kvælstofforbindelse synes at være ammonium, hvilket ikke er overraskende, eftersom det er i denne forbindelse, kvælstof indgår i det organiske materiale. Nitrat anvendes også, især af mange alger og svampe. Foruden kvælstof kræver mikrofloraen også tilførsel af inorganisk fosfor i passende mængder for at have effektiv vækst. Fosfor medgår til dannelse af forskellige nucleotider og nucleinsyrer. Mikroorganismene kræver tilførsel af svovl, som indgår i mikroorganismernes aminosyrer og i forskellige vitaminer, de fleste mikroorganismer optager svovl som sulfater ligesom græsset. Gødningstoffer som kalium, magnesium, calcium kræves kun i mindre mængder.



Mikronæringsstofferne kræves kun i ganske små mængder.

### Biologisk omsætning af filt i vækstlaget

Filt er som tidligere omtalt ophobning af organisk materiale i forskellige nedbrydningsstadier. Det organiske materiale består hovedsagelig af kulhydratforbindelser som cellulose, hemicellulose samt lignin og nogle vandopløselige kulhydrater, organiske syrer, proteiner mm.

Undersøger man filtlagets reaktionstal og indholdet af forskellige gødningssalte, finder man, at Rt med få undtagelser er lavere i filtlaget end i det underliggende vækstlag. I et filtlag med tykkelse på 2-4 cm kan man finde et total kvælstofindhold på 700-800 kg pr hektar. Man finder mindre end 10 kg fosfor pr hektar. Indholdet af kalium og magnesium er varierende.

Undersøger man C/N-forholdet, som er forholdet mellem kulstof og kvælstof i filtlaget, ligger det som regel mellem 10 og 15, ofte under 10. I det underliggende vækstlag ligger C/N-forholdet ofte fra 60 til næsten 200. Når C/N-forholdet er større end 30,

vil der være en netto immobilisering af tilført kvælstof, dvs. tilført kvælstof optages af mikroorganismene og kommer ikke græsset til gode til vækst. Er C/N-forholdet under 20, vil der være en netto mineralisering af kvælstof og ophobning af kvælstof i filtlaget. Højt indhold af kulstof giver stor aktiv vækst af mikrofloraen, stor optagelse af kvælstof og ingen kvælstof til græsvækst. Der findes derfor en naturlig forklaring på hvorfor, der næsten aldrig findes græsrødder under filtlaget. Under filtlaget findes simpelthen næsten aldrig kvælstof til rodvækst. Højt C/N-forhold under filtlaget betyder, at indholdet af kulstof er højt, den kvælstofmængde, der siver gennem filtlaget optages og forbruges af mikrofloraen og bruges derfor ikke til rodvækst. Lavt C/N-forhold kan give lavt kulstofindhold til mikroorganismernes vækst, som herved sulter og der bliver ingen omsætning af organisk materiale. Stort indhold af kvælstof i filtlaget giver tab af kvælstof enten ved ammonifikation og senere denitrifikation i vandholdigt filtlag. I filtlaget findes kvælstof enten som ammonium eller som nitrat. Ammo-

niumpuldet i vækstlaget er næsten altid 3-4 gange større end nitratinholdet.

Den mikroflora, der nedbryder det organiske materiale i filtlaget, forskellige skimmelsvampe og actinomyceter og bakterier, trives bedst ved et C/N-forhold mellem 20-30, og ved et Rt på 6-6,5, når der tillige er et passende fosforindhold og når der er luft i filtlaget. Svampe assimilerer ca 30% af kulstoffet, bakterier 7-10%. Resten af kulstoffet bruges til energi eller omdannes til kuldioxid. Den væsentligste årsag til filtphobning og kvælstoftab i vækstlaget skyldes hovedsagelig overdreven vanding, for lavt Rt og ofte for lavt indhold af fosfor. Hvor C/N-forholdet er meget lavt er mikrofloraens aktivitet stagnerende på grund af kulstofmangel. På sådanne greens bør man topdresse med et sandholdigt materiale med indhold af kompost eller sphagnum. Da omsætning af kulstof i kompost og sphagnum kræver luft og ilt, bør man være opmærksom på filtlagets vandindhold. Vandlidende, fugtige greens vil mangle ilt til mikrofloraens vækst og det vil i så fald være bedre kun at anvende rent sand som topdressningsmateriale.



Viden skaber vækst

Arena er et komplet sortiment bestående af specialgødninger til greens, tees og fairways. De forskellige næringsstoffer og egenskaber gør at du kan gødske optimalt hele sæsonen. Vores eksperter udvikler hele tiden Arena i samarbejde med erfarne greenkeepers. Kontakt Garta for at høre mere om årets nyheder på tlf.: 33 68 50 50 eller [www.garta.dk](http://www.garta.dk). Du kan også få yderligere information om Arena på [www.yara.dk](http://www.yara.dk)

**Arena**<sup>®</sup>  
Science made simple.

**garta**





### ◀ Vækstlagets luftindhold

I et optimalt vækstlag med 20% grovporevolumen er vækstlagets sammensætning næsten identisk med atmosfærens sammensætning dvs. 79% kvælstof, 21% ilt og 0,03% kuldioxyd. På grund af biologisk aktivitet i vækstlaget er indholdet af kuldioxyd dog normalt lidt højere.

Når vækstfaktorerne lys-luft-vand og gødning er tilstede vil græsset optage lys og kuldioxyd fra luften og ved fotosyntesen danne kulhydrater, som vandrer ned gennem planterne hvor det vil reagere med de aminosyreforbindelser, der er dannet ved rodsystemets optagelse af vand og gødning og danne de proteinstoffer med mere, som får græsset til at vokse. Ved rodsystemets vækst udskilles en lang række stofskefteprodukter, som kulhydrater, aminosyrer, organiske syrer, enzymer, hormoner, vitaminer og andre forbindelser, som dels stimulerer eller hæmmer væksten af forskellige svampe, bakterier og nematoder. Dette betyder, at græsset ved normal vækst under optimale forhold ikke har behov for tilførsel af forskellige biostimuleringsmidler.

Luften bevæger sig i hele grovporesystemet, når det er fri for vand under den forudsætning, at porerne er forbundet med hinanden og åbne op mod atmosfæren. Ved respiration vil græsrodder og biomassen optage ilt og danne kuldioxyd. Af jordluftens kuldioxyd stammer ca. 66% fra biomassens respiration og 34% fra græsroddernes respiration. Den iltmængde der forbruges til respiration vil ved diffusion sive ned i vækstlaget og den mængde kuldioxyd, der er dannet ved respirationen, vil sive ud af vækstlaget. Luftskeftet mellem ilt og kuldioxyd sker ved vekslende barometertilstand, variationer i jordtemperatur, varierende vindhastighed og vekslende perioder mellem regn og tørke. I vækstlaget vil luften udskiftes og fornyes ca. 3 gange i timen. Når den iltmængde, der siver ned i vækstlaget er mindre end den mængde, der skal forbruges til respiration i rødder og biomasse, vil der opstå luftmangel og anaerobe forhold. I komprimeret vækstlag, i vækstlag med dårlig afdræning som følge af stort indhold af ler og silt, i lagdelt vækstlag med tykt filtag, kan græssets rodzone være vandmættet og luftindholdet tæt på nul, hvilket medfører, at der slet ikke

findes luftdiffusion i vækstlaget. Der er ingen ilt diffusion ind i vækstlaget og den mængde kuldioxyd, der dannes i rodzonen kan ikke slippe ud, med mindre der dannes et overtryk. I vinterperioden med lav jordtemperatur er luftmangel ikke det helt store problem, eftersom der i denne periode kun er meget ringe liv og respiration i græsrodder og biomasse. Når jordtemperaturen i foråret stiger til 6-7 grader begynder græsset at vokse og når jordtemperaturen stiger til 8-10 grader, øges biomassens aktivitet og der stilles store krav til luft til den samlede respiration i vækstlaget. Respirationsraten er påvirket af mange faktorer, som temperaturforhold, vækstlagets fugtighed, indhold af organisk materiale, Rt. Respirationsraten er mere end 10 gange større i sommertiden end i vintertiden og større i foråret end i efteråret ved samme temperatur, på grund af større biologisk aktivitet, større population i biomassen, mere tilgængeligt organisk materiale og større rodvækst. Den daglige respiration i vækstlaget følger et bestemt mønster i temperaturen, hvor man kan registrere, at ilt optagelsen stiger til mere end det dobbelte fra morgen til midt eftermiddag. Respirationsraten i vækstlaget vil således variere med årstiden, fra dag til dag og fra time til time afhængig af græssets vækst stadium og biomassens aktivitet. Respirationsraten i vækstlaget er større ved temperatur på 20 grader end ved temperatur på 15 grader, større på tæt klippede greens og større på vækstlag med højt sandindhold. Manglende forårsvækst i græsset kan derfor være en kombination af lav temperatur og luftmangel i vækstlaget og heraf manglende gødnings- og vandoptagelse.

På greens med luftindhold under 10 vol% er luftdiffusionen nul og der er risiko for anaerobe forhold. Forbruget af ilt til respiration i græsrodder og biomasse i vækstlaget kan være meget større end den iltmængde, der findes i vækstlaget. Komprimering af vækstlaget ved spil på vandmættede eller meget våde greens specielt forår og efterår ved anvendelse af spikes på skoene, kan give luftmangel i løbet af kort tid. Ved den daglige vanding af greens med stort filtag, kan filtaget efter vanding være vandmættet i en kortere eller længere periode, og der kan forekomme luftmangel i vækstlaget. Når græssets rodsystem omgives af vand, standser diffusionen af luft til rødderne, celledelingen

ophører og der dannes luftarter som etylen og kuldioxyd. Etylen kan ved små mængder være væksthæmmende, mængden af kuldioxyd stiger ofte til 3-4 vol%, hvilket betyder stagnation af græssets vækst, indtil vandet enten er fordampet, optaget af planterne eller sivet ned i det underliggende vækstlag. Dette betyder, at greenkeeperen ved almindelig faglig vanding af greens kan være med til periodevis at skabe luftmangel, anaerobe forhold på greens og dårlig udnyttelse af tilført gødning.

Man bør være opmærksom på, at det er i sommertiden ved høj jordtemperatur og stor vækstintensitet i græsset, greens har størst behov for luftning.

### Luftning af vækstlaget på greens

Man kan ved primitiv greenkeeping ved øget gødskning og vanding forebygge, at græsset mangler vand og næringsstoffer til vækst, men man kan ikke udelukkende ved vanding, gødskning og tæt klipning fremme luftens infiltrering i vækstlaget.

### Der er fire primære formål med luftning af greens:

1. At mindske komprimeringen forårsaget ved anlæg og spil på greens og anvendelse af maskiner til pleje af græsset.
2. At fremme luftdiffusionen i vækstlaget, ilt ind i vækstlaget, kuldioxyd ud af vækstlaget og vandinfiltrering ind i vækstlaget.
3. At fremme græssets rodudvikling
4. At fjerne filtaget og hindre opbygningen af organisk materiale i vækstlagets overflade.

Man kan ikke lave et maskinelt plejeprogram til greens, med mindre man ved hvilke problemer man vil løse, og man ved hvor de pågældende problemer findes.

Der findes på markedet et meget stort antal maskiner til luftning af vækstlaget i varierende dybder, således at det nu er muligt at lufte greens hele året rundt, når man tager i betragtning, at man ikke skal køre på meget våde, vandlidende greens eller på greens når vækstlaget er frosset. Det er ikke hensigten med denne artikel at omtale de mange udmærkede maskiners specifikke egenskaber, men kun at komme med nogle generelle betragtninger ved anvendelsen af maskinerne.



Man bør være opmærksom på at alle luftningsmaskiner, der laver et hul i vækstlaget enten det er en maskine der tager en prop op eller en maskine der kun laver et hul, så sker der en komprimering af vækstlaget, fordi hullerne laves ved en jordfortrængning. Det er derfor vigtigt, at man ved maskinvalg vælger maskiner, der arbejder i varierende jorddybder. Det er en kendsgerning, at mange danske golfgreens er ødelagte, fordi man gennem en meget lang årrække konsekvent har ”prikket” greens i konstant jorddybde og herved frembragt en kompakt ”prikkesål”, der hindrer græssets rodudvikling og infiltrering af vand, gødning og luft i vækstlaget.

Hver årstid på greens kræver anvendelse af forskellige maskiner til luftning af vækstlaget. I vintertiden vil man fremme afdræning af overskudsnedbør ved dybdeluftning med lange knive eller slicing. I sommertiden skal man ikke anvende slicing, fordi hullerne vil komme til at gabe og græsset visner, når vækstlaget tørrer op. Forår og sommer foretages luftning til varierende dybde med forskellige hugpiber eller kompakte tines med varierende diameter. Der findes i handlen mikro-tines med diameter på 6 mm., som kan anvendes til luftning af greens i hele spillersæsonen uden at genere spillerne. Skulle der forekomme en ujævnhed kan dette problem let løses ved en enkelt vertikalskæring. Behandling med mikro-tines bør foretages hver uge i sommertiden, hvor behovet for luftning er meget større end på andre årstider.

Hulpibeluftning med optagelse af propper anvendes på greens med overfladekomprimering eller på greens med tykt, lagdelt filtag. Skal hulpibeluftning have nogen større effekt må arbejdsdybden være mindst 10 cm. Der findes varierende hulpiber med diameter fra 6 mm og opefter. Hulpibeluftning bør følges op med topdressning. Hulpibeluftning kan foretages efter behov flere gange i vækstsæsonen. Hulpibeluftning foretages ofte sent i efteråret hvor hullerne efterlades åbne, for at fremme vandinfiltreringen. Ved luftning må man være opmærksom på at lodrette huller kan sikre luftsiftet i hullerne, men ikke luftsiftet i vækstlaget mellem hullerne.

Verti-drainmaskinen tilfører en helt ny dimension til luftning af greens, og specielt til den dybere liggende komprimering i dybder på 20-30 cm. Verti-drainbehandling bør foretages, når vækstlaget er fugtigt, men ikke vådt eller tørt. Behandling af vådt vækstlag vil gøre mere skade end gavn. Verti-drainbehandling af vådt vækstlag vil medføre, at siderne i de frembragte huller bliver fedtede og belagt med tynd vandfilm. En vandfilm på blot ½ mm vil hæmme al luftfiltrering fra hullet ind i vækstlaget. Når vækstlaget er tørt vil jorden være for hård og hindre dybdeluftning. Ved behandling med Verti-drainmaskinen får man foruden en dybdeluftning også en hævning af vækstlaget, hvorved der laves vandrette revner eller porer i vækstlaget mellem de frembragte huller. For at opnå den fulde virkning af Verti-drainmaskinen må maskinen sættes til at ”brække” i en vinkel på 8-10 grader. Foruden at afhjælpe komprimering vil verti-drainbehandling også fremme infiltrering af luft, vand og gødning og fremme biomassens vækst og nedbrydning af filtaget. Virkning af verti-drainbehandling øges betydeligt, når hullerne stabiliseres og fyldes med topdressningsmateriale. Verti-drainbehandling af greens med kompakte stænger uden den fulde udnyttelse af ”brækkeeffekten” synes at være en misforstå-

else. Verti-drainbehandling med ”brækkeeffekt” bør foretages i en periode med optimal rodvækst, således at de nydannede rødder får mulighed for at vokse ind i de nye porer, der er dannet ved behandlingen. Foretages verti-drainbehandling i en periode med stagnerende eller manglende rodvækst vil ”brækning” rive rødderne over og reducere røddernes optagelse af vand og gødning. Af hensyn til græssets rodvækst bør verti-drainbehandling derfor foretages sidst i april og/eller sidst i august eller først i september, når rodvæksten er størst og når vejret er tørt til at tilføre topdressningsmateriale. Foruden luftning med kompakte stænger med varierende diameter og mikro-tines der kan anvendes i hele vækstsæsonen, kan verti-drainmaskinen også forsynes med hugpiber med varierende diameter til optagning af propper.

Kontrol af lagdelt filtag kan også foretages ved hjælp af maskiner med hugpiber, når der efter luftning foretages topdressning. Filtbekæmpelse foretages normalt som fast rutine hver 8-14. dag. Et par gange om året kan greens dybde vertikalskæres til 10-12 mm., når vækstforholdene er optimale.

Det er nødvendigt at lave et langtidsprogram til mekanisk pleje af greens. Der må laves en balance mellem det som er godt for græsset og det som er acceptabelt for golfspilleren. Enhver golfspiller må lære at acceptere, at der kan forekomme en periode hvor luftning af greens ikke kan undgås og vil give dårlige spilleforhold, men i det lange løb er luftning af greens alligevel til spillernes fordel, og det er for deres skyld arbejdet laves. ■



Sandmosen er en af landets største skoler inden for gartnerbranchen. Centret har tilbud inden for anlægsgartneri, blomster- og havecenter, naturpleje samt uddannelserne som greenkeeper og groundsman.

**Kontakt skolen og hør om dine uddannelsesmuligheder - allerede i dag!**

**Sandmosekolen**  
Sandmosevej 486, 9460 Brovst  
tlf: 9633 2626 | [www.amunordjylland.dk](http://www.amunordjylland.dk)

Tak til alle udstillere og besøgende til vores grønne fagmesse i juni måned.  
Vi ses 17. juni 2010