



Emmaboda GK. Foto: Michael Bekken.

# Vanning med brakkvann eller avløpsvann på svenske golfbaner

By Michael A.H. Bekken & Trygve S. Aamlid, NIBIO Turfgrass Research Group, Norway,  
og Peter Edman & Fredrik Seeger, Svenska golfförbundet

# Vanning med brakkvann eller avløpsvann på svenske golfbaner

Etter hvert som virkningen av klimaendringene blir tydeligere og tørke om sommeren vanligere, vil et økende antall golfbaner i Nord-Europa bli nødt til bruke brakkvann eller avløpsvann til vanning.

Omtrent 70 golfbaner i Sverige og Finland ligger nær Østersjøen, og flere av dem har allerede tatt i bruk alternative vannkilder. Vannet i Østersjøen inneholder 0,6–1,0 % salt (NaCl), som er betydelig mindre enn i havvann ( $\approx 3,5\%$ ), men likevel mer enn nok til å skape utfordringer ved vanning.

Overskudd av salt i vanningsvann og jord er et problem fordi høye saltkonsentrasjoner begrenser gressets vannopptak. Saltinnholdet i vannings-

vannet måles som elektrisk ledningsevne (EC) og betegnes ECw. Jordas saltinnhold måles også som elektrisk ledningsevne og betegnes ECe.

I tillegg til det totale saltinnholdet er jordas sodisitet viktig. Sodisitet beskriver forekomsten av natrium (Na) i vanningsvannet og i jorda. **Sodisitet i vanningsvann** måles som natriumadsorpsjonsforholdet (Sodium Adsorption Ratio, SAR), som er forholdet mellom natriumioner og kalsium- (Ca) og magnesium (Mg) ioner. **Sodisitet i jord** måles som utbyttbart natrium i prosent av total kationbyttekapasitet (Exchangeable Sodium Percentage, ESP).

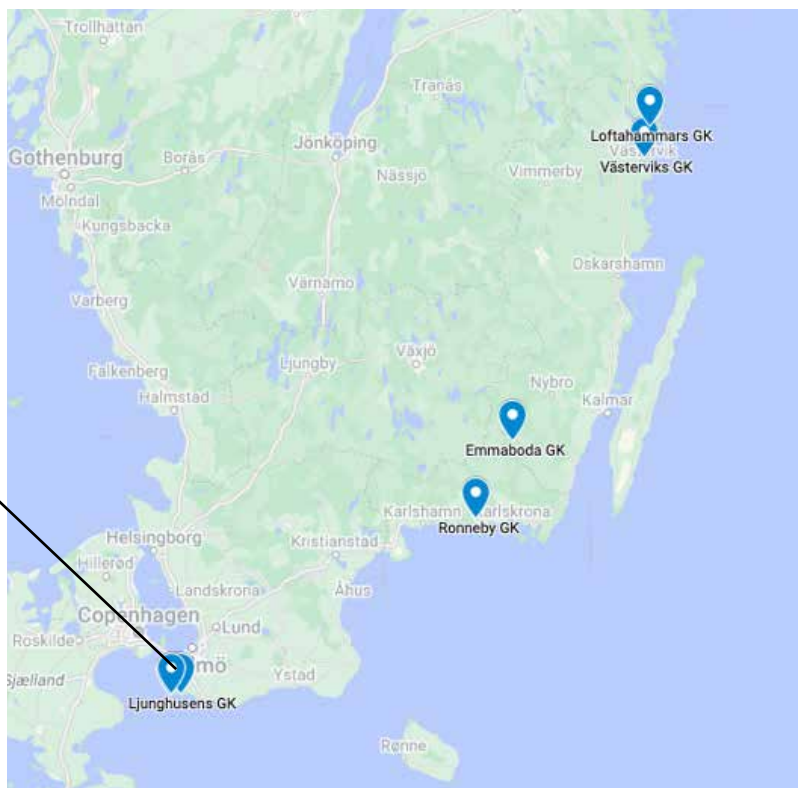
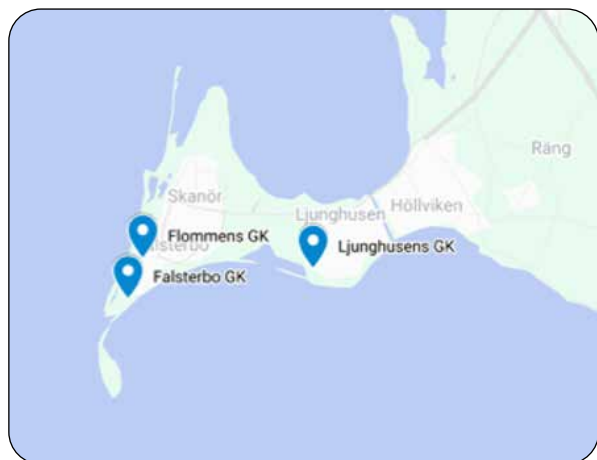
Høyt innhold av natrium i jorda fører til at leirkolloider løses opp, noe som reduserer jordas innhold av makroporer og dermed infiltrasjonsevnen, samt gassutveksling inn og ut av jorda.

I prosjektet FAIR WATER II var ett av måla å kartlegge bruken av brakkvann og avløpsvann på svenske golfbaner langs Østersjøen (figur 1).

På hver bane analyserte vi kvaliteten på vanningsvannet og vurderte saltinnhold og sodisitet i jorda på tre puttinggreener. Foreløpige resultater fra oktober 2024 ble presentert av Aamlid et al. (2025). Her presenteres resultatene fra 2025.

## Golf courses in study

- Ljunghusens GK
- Falsterbo GK
- Flommens GK
- Ronneby GK
- Emmaboda GK
- Västerviks GK
- Loftahammars GK



Figur 1. Oversikt over golfbaner i studien

## Metoder

Prøver av vanningsvann og jord fra de øverste 10 cm på greenene ble analysert av et laboratorium i USA. Vanlig aksepterte grenseverdier for 'cool-season grasses' (dvs. gressarter som brukes på golfbaner i Norden) er angitt nedenfor (Westcot & Ayers 1985, Liu et al. 2023):

- Saltinnhold (elektrisk lednings-evne) i vanningsvann ( $EC_w$ ):
  - $<0.75 \text{ dS m}^{-1}$ : Ingen negative effekter
  - $0.75\text{-}1.5 \text{ dS m}^{-1}$ : Symptomer på saltstress kan forekomme
  - $>1.5 \text{ dS m}^{-1}$ : Overskudds vannning for å vaske ut salt er absolutt nødvendig
- Saltinnhold (elektrisk lednings-evne) i jord ( $EC_e$ ):  $2\text{-}4 \text{ dS m}^{-1}$  (avhengig av gressart)
- Sodisitet i vanningsvann (SAR, dvs. innhold av Na i forhold til Ca+Mg): 10
- Sodisitet i jord (ESP, Exchangeable Sodium Percentage): 15 %

## Resultater

Intervjuer med banesjefene viste at de sju banene tar vanningsvann fra ulike kilder (tabell 1). For eksempel samler Västervik GK overvann fra boligområdet rundt banen og bruker dette enten direkte eller etter blanding med vann fra Østersjøen. Emmaboda og Loftahammar vanner med avløpsvann fra renseanlegg. Ljunghusen, Falsterbo og Flommen får vann fra grunnvannsbrønner som, iallfall i perioder, påvirkes av inntrenging av brakkvann fra Østersjøen. Ronneby bruker vann fra ei elv nær utløpet til Østersjøen, og ved lav vannføring i elva blir vannet påvirket av salt.

Analysene av vanningsvann fra oktober 2024 viste at salt- og sodisitetnivåene stort sett lå under grenseverdiene for gressarter som brukes på golfbaner i Norden. Bare Ljunghusen hadde  $EC_w$  tydelig over grenseverdien på  $0,75 \text{ dS m}^{-1}$  (tabell 2). Prøver tatt sommeren 2025 viste betydelig høyere nivåer.

**Tabell 1.** Oversikt over type vanningsvann, symptomer på saltskader i enkelte år, gjennomførte tiltak og gressarter på greenene på de sju svenske banene i undersøkelsen.

Golfbane	Vanningsvann	Symptomer på gresset	Tiltak gjennomført	Gressarter på greenene
Ljunghusen	Saltholdig grunnvann	Gulning	Ingen	Tunrapp, rødsvingel, krypkvein, raigras
Falsterbo	Saltholdig grunnvann	Stresset, gult og svakt gress	Flushing, RePhlex vætemiddel	Rødsvingel, krypkvein, tunrapp
Flommen	Overflatevann fra boligfelt + saltholdig grunnvann	Mindre saftspenning, tørkeflekker	Flushing, alginat, sprøyting med kalsium, lufting	Tunrapp, rødsvingel, krypkvein, engkvein
Ronneby	Vann tatt fra elv nær munningen. Saltholdig ved lav vannføring.	Døde flekker / tørkeflekker	Ingen	Tunrapp, krypkvein
Emmaboda	Vann fra renseanlegg filtrert gjennom flere dammer på golfbanen	Ingen	Ingen	Tunrapp, krypkvein, rødsvingel
Västervik	<b>Greener:</b> Overflatevann fra boligfelt <b>Fairways:</b> Overflatevann blanda med vann fra Østersjøen	Ingen	Ingen	Tunrapp
Loftahammar	Avløpsvann fra renseanlegg	Ingen	Ingen	Tunrapp, krypkvein



**Bilde 1.** Vanningsdam på Västervik GK med blanding av brakkvann fra Østersjøen og overflatevann fra boligområde i nærheten. Foto: Lars Delbom.

I juni 2025 innholdt vanningsvannet på Ljunghusen, Falsterbo, Ronneby og Loftahammar mer salt enn grenseverdien på 0,75 dS m<sup>-1</sup>. I tillegg ble SAR-grensa på 10 overskredet på Ljunghusen og Ronneby (tabell 2).

Til tross for det høye saltinnholdet i vanningsvannet ble likevel ikke grenseverdien for saltinnhold i rotsonen overskredet på Ljunghusen, Falsterbo eller Loftahammar (tabell 3). Maksimalt saltinnhold i jorda på disse banene var EC<sub>e</sub> = 1,2 dS m<sup>-1</sup>. Selv om vanningsvannet på disse tre banene oversteg grenseverdien, var det altså tilstrekkelig nedbør eller utvasking gjennom jordprofilen til å hindre at saltinnholdet i jorda ble for høyt. I motsetning til en del tidligere år ble det derfor heller ikke registrert synlige saltskader ved prøvetaking sommeren 2025.

Når det gjelder sodisitet, var ESP i var ESP i greenene på Ljunghusen, Flommen, Falsterbo og Loftahammar forhøyet i juni og august 2025 sammenlignet med oktober 2024, men ingen av verdiene overskred 15 %. Høyt innhold av natrium er sjelden problematisk på sandbaserte greener på grunn av det lave leirinnholdet. I framtiden bør det i stedet for greener tas prøver på fairway, særlig på leirjord, på golfbaner som har høye SAR-verdier i vanningsvannet.

Ved Ronneby var EC<sub>w</sub> i vanningsvannet 4,6 dS m<sup>-1</sup> i juni 2025 og 5,0 dS m<sup>-1</sup> i august 2025 (tabell 2). Dette er et urovekkende høyt saltinnhold som normalt vil kreve overskuddsvanning for å unngå at salt hopper seg opp i vekstmassen. Sodisiteten i vanningsvannet var også høy, med SAR-verdier på henholdsvis 21 og 28, langt over grenseverdien på 10. Den høye sodisiteten i vanningsvannet gjenspeilet seg i jordanalysene, der ESP var nær 30 % i august 2025 (tabell 3), også dette langt over anbefalt grense på 15 %. Av de sju golfbanene var det altså Ronneby som hadde de mest kritiske analyseverdiene, men heller ikke her ble det påvist synlige saltskader i 2025.



**Bilde 2.** Loftahammar GK vanner med avløpsvann fra renseanlegg. Foto: Anders Karlsson.

**Tabell 2.** Saltinnhold og sodisitet (SAR: natrium i forhold til kalsium + magnesium) i prøver av vanningsvannet tatt på tre ulike tidspunkt på de sju banene. Overskridelse av anbefalt grenseverdi er angitt med rødt.

Vanningsvann	Salinitet: EC <sub>w</sub> (ds m <sup>-1</sup> ) (Grenseverdi: 0.75)			Sodisitet: SAR (Grenseverdi: 10)		
	Okt-24	Jun-25	Aug-25	Okt-24	Jun-25	Aug-25
Ljunghusen (ny)	2.5	2.0	1.7	5.7	19	16
Ljunghusen (gml)		1.6	2.1		14	24
Flommen	0.40	0.74	0.47	1.6	3.7	2.9
Falsterbo		1.2	1.1		6.4	6.0
Ronneby	0.19	4.6	5.0	1.2	21	28
Emmaboda	0.21	0.16	0.3	1.3	0.21	0.99
Västervik	0.31	0.25	0.22	2.6	0.70	0.61
Loftahammar	0.53	0.84	0.80	2.2	4.3	3.4

## Tiltak mot høyt saltinnhold

Ved vanning av golfbaner med høyt saltinnhold i vannet bør det beregnes at utvaskingstillegg ('leaching fraction') for å holde jordas saltinnhold på akseptabelt nivå. Utvaskingstillegget kan beregnes som:

Utvaskingstillegg =  $EC_w / (5 \times EC_e$  (grenseverdi for saltskader) –  $EC_w$ ), der  $EC_w$  er ledetallet for vanningsvannet, og  $EC_e$ -verdien er det maksimale saltinnholdet i jorda som gresset tåler. Vi anbefaler å analysere saltinnholdet i jorda idet symptomer på saltstress så vidt har begynt å oppstå. Kritisk  $EC_e$  grense vil sannsynligvis ligge mellom 2 og 4  $dS\ m^{-1}$ , lavere for tunnapp og engkvein enn for krypkvein og rødsvingel, og lavere i etableringsfasen enn for etablert gress (Carrow & Duncan 1998, Aamlid & Landschoot 2007).

Dersom et utvaskingstillegg på 0,5 beregnes, betyr dette at det kreves 50 % ekstra vann for å vaske ut salt i tillegg til det som trengs for å dekke gresser fordamping (ET). Utvasking forutsetter at vann kan bevege seg ned gjennom jordprofilen og vil derfor bare fungere på godt drenerte jordarter.

Om vi som eksempel tar vi den høye saliniteten i vanningsvannet ved Ronneby i juni 2025 (4,6  $dS\ m^{-1}$ , tabell 1) og antar at vi ikke ønsker at jordas saltinnhold skal overstige 2,3  $dS\ m^{-1}$ , som ble målt samme måned, vil utvaskingstillegget bli:  $4,6 / (5 \times 2,3 - 4,6) = 0,67$ .

Hvis evapotranspirasjonen (ET) på banen er kjent for en gitt periode, kan vanningsbehov beregnes i millimeter:  $Vanningsbehov = ET\ (mm) / (1 - Utvaskingstillegg)$ . I eksemplet fra Ronneby GK, med en antatt daglig ET på 4 mm, vil det daglige vannbehovet være:  $4\ mm / (1 - 0,67) = 12\ mm$ . Se Carrow & Duncan (1998) og Woods (2022) for flere eksempler.

**Tabell 3.** Saltinnhold og sodisitet (ESP = natrium som prosent av kationbyttekapasitet) i jordprøver tatt på ulike tidspunkt av de øverste 10 cm av vekstlaget på de sju banene. Middeltall for tre greener på hver bane. Overskridelse av anbefalt grenseverdi er angitt med rødt.

Jordprøver	Salinitet $EC_e$ ( $dS\ m^{-1}$ ). Grenseverdi: 2.0			Sodisitet: ESP (%). Grenseverdi: 15		
	Okt-24	Jun-25	Aug-25	Okt-24	Jun-25	Aug-25
Ljunghusen	1.0	1.1	1.0	4.8	11	12
Flommen	0.5	0.8	0.9	2.0	9.0	6.8
Falsterbo	0.4	1.2	0.9	2.6	6.3	5.8
Ronneby	0.6	2.3	2.0	3.7	3.9	29
Emmaboda	0.5	0.5	0.6	1.1	4.0	2.4
Västervik	0.7	1.4	0.8	1.3	4.6	2.5
Västervik (fairway)	0.8	1.0	0.8	1.3	2.6	1.9
Loftahammar	0.4	0.9	1.0	1.9	5.1	8.4

## Tiltak mot høy sodisitet

På jordarter med mye leire kan kalsiumsulfat (= gips) tilføres for å erstatte natrium med kalsium i leirkolloidene. Mengden kalsium som må tilføres avhenger av hvor mye ESP ligger over grenseverdien på 15%, jordas kationbyttekapasitet, jordas tetthet og til hvilket jorddjup man ønsker at kalsium skal fortrenge natrium. Eksempler på slike beregninger finnes hos Carrow & Duncan (1998) og Woods (2022).

## Konklusjon

De alternative vannkildene som ble brukt i denne studien viser et mangfold av løsninger for golfbaner i områ-

der med knapphet på reint ferskvann. Vårt samlede inntrykk er at banene i studien har lært seg å håndtere utfordringene knyttet til høyt saltinnhold og/eller sodisitet. Ved Ljunghusen, Falsterbo og Ronneby forekommer det likevel perioder om sommeren der kvaliteten på greener, utslag og fairwayer kan forbedres ved å beregne et utvaskingstillegg ved vanning, og der kvaliteten av fairways på leirjord kan muligens bedres ved tilførsel av kalsiumsulfat (gips).

## Takk

Dette prosjektet ble finansiert av R&A sitt program *Golf Course 2030* og av Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation (STERF).

## Referanser

- Aamlid, T.S., Bekken, M., Hesselsøe, K.J., Edman, P. & Seeger, F. 2025. *FAIR WATER II: Nytt prosjekt med fokus på filtkontroll, djuplufting, vætmidler og vanning med brakkvann eller avløpsvann*. STERF populærvitenskapelig artikkel, februar 2025 [www.sterf.org](http://www.sterf.org)
- Aamlid, T.S. & P.J. Landschoot 2007. *Effect of spent mushroom substrate on seed germination of cool-season grasses*. HortScience 42(1): 161-167.
- Ayers, R.S. & Westcot, D.W. 1985. *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage, Paper 29. FAO, Roma.
- Carrow, R.N. & R.R. Duncan 1998. *Salt-affected turfgrass sites. Assessment and management*. Ann Arbor Press, Michigan, USA. 185 pp.
- Liu, H., Todd, J.L. & Luo, H. 2023. *Turfgrass Salinity Stress and Tolerance – A Review*. Plants 12(4): 925. <https://doi.org/10.3390/plants12040925>
- Woods, M. 2022. *Soil and water management: 3 primary problems with solutions*. Asian Turfgrass Center. <https://www.asianturfgrass.com/post/soil-water-management-3-problems-with-solutions/>