

# Avlingspotensiale i norsk kornproduksjon – Kan vi øke avlingen på eksisterende areal?

Till Seehusen<sup>1</sup> & Anne Kjersti Uhlen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NIBIO Korn og frøvekster, <sup>2</sup>NMBU

till.seehusen@nibio.no

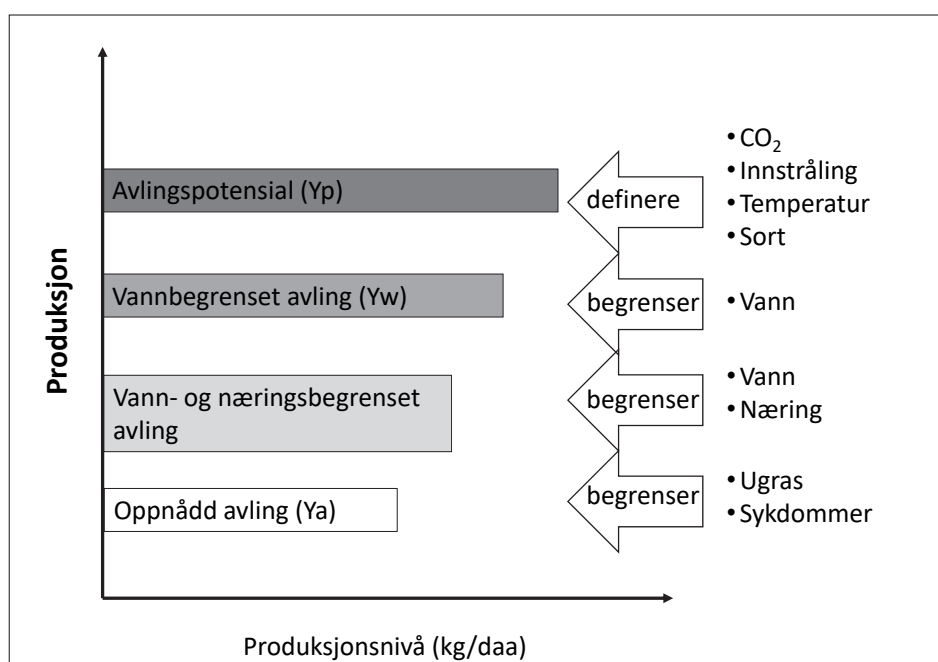
## Innledning

En økning av kornproduksjonen i Norge er viktig for matsikkerheten og for å møte de nasjonale landbrukspolitiske målene om økt matproduksjon. Men siden 1990-tallet er det rapportert om både synkende kornareal og stagnerende avlinger. En bærekraftig økning av produksjon på eksisterende areal er en viktig strategi for å øke kornproduksjonen globalt, og også for lokal produksjon i Norge. Avlingsgapet, avledet fra det engelske «Yield Gap», uttrykker forskjellen mellom teoretisk oppnåelige avlinger og avlingene som oppnås i praktisk dyrking. Analyser av avlingsgapet har hatt betydelig oppmerksomhet i den internasjonale forskningen i senere tid, med mål om å identifisere uutnyttet potensiale for økt kornproduksjon. Dette har resultert i etableringen av det globale «Yield gap atlas» (GYGA) der resultater fra ulike land og/eller regioner blir fortløpende publisert. Analysene er basert på standardiserte protokoller for å beregne teoretisk oppnåelige avlinger og for analyser av avlingsgapet. Universitet i Wageningen (WUR) har hatt en ledende rolle i dette arbeidet.

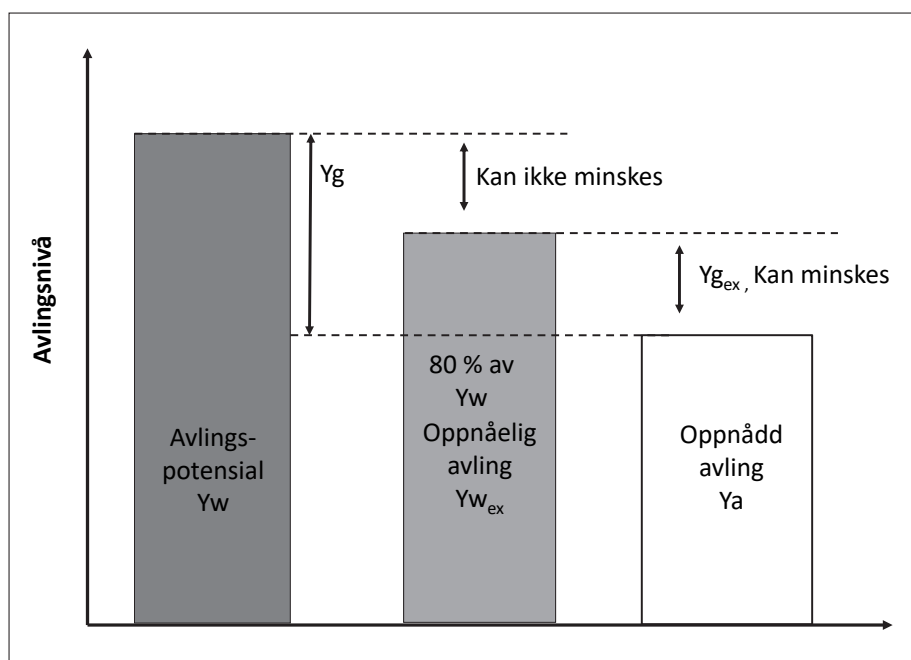
Både forskere, kornbransjen og samfunnet trenger mer kunnskap om (a) hvor store avlinger vi potensielt kan ta i ulike regioner ut fra naturgitte vilkår og (b) effektiviteten av ulike agronomiske tiltak og samspill mellom disse. Metodikken som er bygget opp i GYGA-nettverket kan brukes for å få økt kunnskap om dette.

Gjennom samarbeid med WUR er det gjort analyser av avlingsgapet i norsk kornproduksjon. Et av målene har vært å bruke resultatene for å identifisere avlingsbegrensende faktorer og uutnyttet avlingspotensial i Norge. Slike analyser kan gi nødvendig kunnskapsgrunnlag for mer presise vurderinger av de viktigste flaskehalsene i produksjonen og for å treffe effektive avlingsforbedrende tiltak. Men siden det brukes standardiserte protokoller og definerte tidsperioder, kan det også gjøres sammenligninger med andre land og regioner.

En nylig publisert NIBIO rapport (Seehusen & Uhlen 2019) gir en oversikt over arbeidet som har blitt gjort for å kartlegge avlingsgapet i norsk kornproduksjon.



**Figur 1.** Ulike produksjonsnivåer definert av forskjellige begrensende faktorer. Y<sub>p</sub> er avlingspotensialet uten begrensninger på vanntilgang. Y<sub>w</sub> er maksimal avling for planter der vann er en begrensende faktor. Oppnådd avling (Y<sub>a</sub>) er gjennomsnittsavlingen høstet av gårdbrukere på gårdsnivå.



**Figur 2.** Avlingsgapet ( $Y_g$ ) er differansen mellom  $Y_w$  og  $Y_a$ . Det oppnåelige avlingsgapet ( $Y_{g_{ex}}$ ) er differansen mellom oppnåelig avling i praksis (80 % av  $Y_w$ ) og oppnådd avling ( $Y_a$ ).

Her diskuteres avlingsgapet i norsk kornproduksjon, men det er også gjort sammenligninger til andre land. Denne artikkelen er et sammendrag av rapporten.

## Materiale og metoder

Avlingspotensialet ( $Y_p$ ) er definert som teoretisk mulig maksimal avling under optimale forhold uten begrensning på verken vann- eller næringsforsyning (figur 1).  $Y_w$  er teoretisk maksimal avlingen der vann kan være en begrensende faktor. I Norge ansees ikke vann som en begrensende faktor, og her er derfor  $Y_p$  det samme som  $Y_w$ . I resten av artikkelen brukes  $Y_w$  som forkortelse på det potensielle avlingspotensialet. Oppnådd avling ( $Y_a$ ) er avlingsmengden som er oppnådd ute hos gårdbrukerne under praktiske forhold. Avlingsgapet ( $Y_g$ ) er definert som differansen mellom  $Y_w$  og  $Y_a$ .

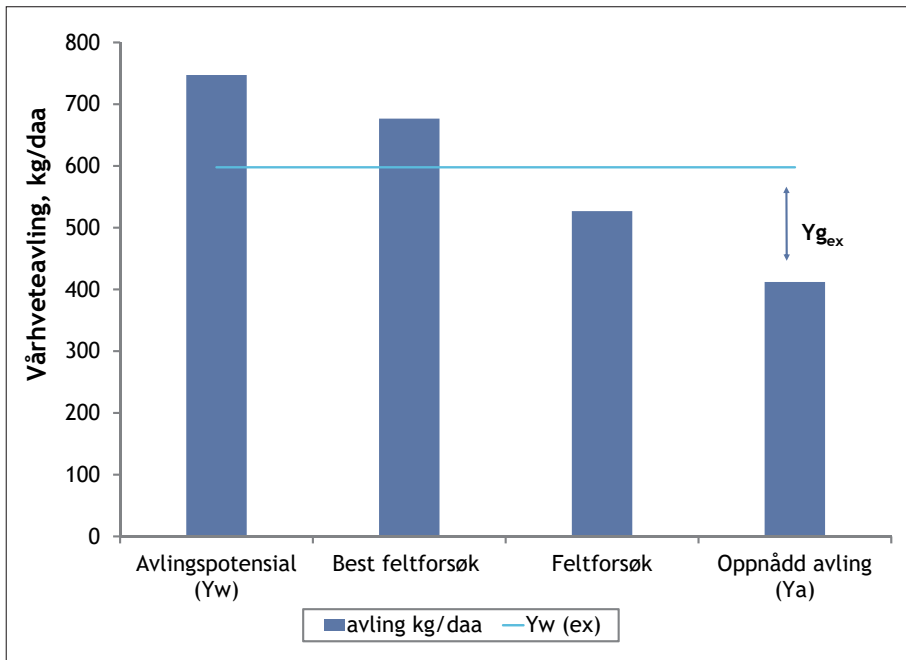
Under praktiske forhold på gårdsnivå ansees det som umulig å oppnå teoretisk avlingspotensial ( $Y_w$ ). Dette kan skyldes bl.a. at det ikke er økonomisk å gjødsle til maksimum avling (avtagende avlingsutbytte per kg N ved høye gjødslingsintensiteter). I avlingsgap-analyser brukes derfor oppnåelig avling,  $Y_{w_{ex}}$  (exploitable  $Y_w$ ), definert som 80 % av  $Y_w$ .  $Y_{g_{ex}}$  beregnes som differansen mellom oppnåelig avling og oppnådd avling (Van Ittersum *et al.* 2013) (figur 2). I denne rapporten er det valgt å oppgi både det total avlingsgapet ( $Y_g$ ), som ofte er brukt i internasjonal litteratur, og det oppnåelige avlingsgapet ( $Y_{g_{ex}}$ ), som har størst betydning i praksis.

## Datainnsamling og GYGA simuleringer

De norske analysene ble gjort for vår- og høstvetete på Østlandet og (vår-) bygg på Østlandet og i Trøndelag for perioden 2003 til 2013. Avlingspotensial ( $Y_w$ ) er simulert etter GYGA sine protokoller ([www.yieldgap.org](http://www.yieldgap.org)). Jorddata er hentet fra europeiske databaser og klimadata fra NIBIO sine klimastasjoner i de ulike områdene. De fenologiske data som er brukt under simuleringen er dato for såing, spiring, aksskyting og gulmodning. Dato for såing er beregnet utfra datamateriale som ble samlet inn fra ulike forsøksgårder og feltforsøk, både på Østlandet og Trøndelag for perioden 2003–2013. De resterende fenologiske dataene er beregnet basert på norsk modell for fenologisk utvikling (Bleken upublisert). Detaljerte beskrivelser av datainnhenting og simulering er gitt i rapporten.

Resultater fra feltforsøk (offisiell verdiprøving) er innhentet for den samme perioden, og brukt for sammenligning og for validering av simuleringene. I tillegg ble resultatene fra feltforsøk som hadde et særlig høyt avlingsnivå, heretter referert til som «beste feltforsøk», plukket ut og sammenlignet med  $Y_w$ .

Data over oppnådde avlinger ( $Y_a$ ) er hentet fra SSB. Gjennomsnittsavlinger for regionene Østlandet og Trøndelag ble beregnet fra avlingsdata for henholdsvis Østfold, Akershus, Hedmark, Oppland og Buskerud, Sør- og Nord-Trøndelag.



**Figur 3.** Avlingspotensial (Yw), avlingen fra beste feltforsøk og gjennomsnitt over feltforsøkene og oppnådd avlingsnivå (Ya) for vårhvete på Østlandet i perioden 2003–2013. Blå linje viser oppnåelig avling,  $Y_{w_{ex}}$  (80 % av Yw),  $Y_{g_{ex}}$  = oppnåelig avlingsgap.

## Resultater

Resultater er beskrevet her for vårhvete og bygg på Østlandet. For analyser av bygg i Trøndelag og høsthvete på Østlandet henvises det til rapporten.

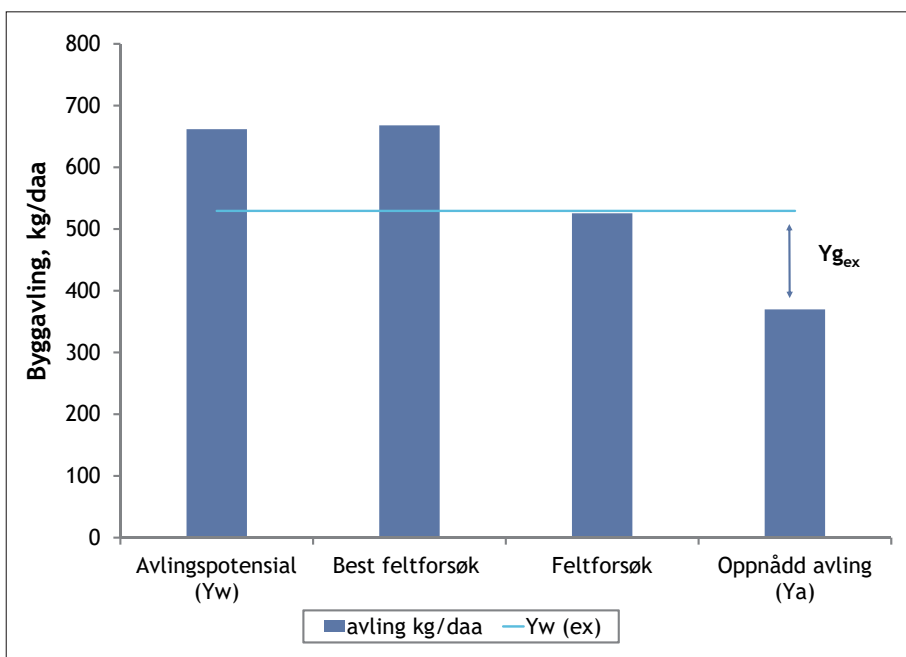
### Vårhvete Østlandet

Simuleringen for vårhvete på Østlandet ga et avlingspotensial (Yw) på omtrent 750 kg/daa, og beregnet  $Y_{w_{ex}}$  (80 % av Yw) på ca. 600 kg (figur 3). Dette ga

$Y_g$  og  $Y_{g_{ex}}$  på henholdsvis 340 kg/daa (45 %) og 190 kg/daa (31 %).

### Bygg på Østlandet

Simuleringen for bygg på Østlandet ga et avlingspotensial (Yw) på omtrent 660 kg/daa, og beregnet  $Y_{w_{ex}}$  (80 % av Yw) på ca. 530 kg (figur 4). Dette ga  $Y_g$  og  $Y_{g_{ex}}$  på henholdsvis 300 kg/daa (44 %) og 160 kg/daa (30 %). De beste feltforsøkene kom opp i avlingspotensialet (Yw).



**Figur 4.** Avlingspotensial (Yw), avlingen fra beste feltforsøk og gjennomsnitt over feltforsøkene og oppnådd avlingsnivå (Ya) for vårbygg på Østlandet i perioden 2003–2013. Blå linje viser oppnåelig avling,  $Y_{w_{ex}}$  (80 % av Yw),  $Y_{g_{ex}}$  = oppnåelig avlingsgap.

## Diskusjon

I dette arbeidet er det gjort simuleringer av både avlingspotensialet og avlingsgapet i norsk kornproduksjon og dataene er publisert på GYGAs webside ([www.yieldgap.org](http://www.yieldgap.org)). Resultatene viser at det er betydelig høyere avlingspotensial enn det som tas ut i praktiske avlinger, og beregningene viste høye tall for avlingsgapet. Dette samsvarer med flere andre utredninger som er gjort tidligere, der avlingsnivået i norsk kornproduksjon blir beskrevet (Hoel *et al.* 2013; Vagstad *et al.* 2013). I arbeidet som legges fram i denne artikkelen er det fremskaffet et mer avansert tall-materiale.

Simuleringene er basert på plantevekstmodeller, med fenologisk utvikling og værdata som viktige input data. Resultatene er validert gjennom å sammenligne med data fra feltforsøk. «Beste feltforsøk», som stammer fra utvalgte feltforsøk med svært høyt avlingsnivå, er i denne sammenhengen brukt som en indikator for avlingspotensialet ( $Y_w$ ). Simulert avlingspotensial burde være så høyt at enkelte «gode» vekstsesonger ikke overskrider dette, men i en god vekstsesong burde de beste feltforsøkene være nær dette avlingspotensialet. Resultatene viste at de beste feltforsøkene var på omtrent samme nivå i avling som simulert avlingspotensial, og en kan derfor anta at det simulerte avlingspotensialet er på riktig nivå.

Tilsvarende simuleringer med bruk av GYGA metodikken har blitt gjort for mange land for perioden 2003–2013. Resultatene viste at avlingsgapet i Norge i denne perioden var større enn både europeisk gjennomsnitt og avlingsgapet i de fleste andre nordiske landene (Schils *et al.* 2018). Det indikerer at det er et betydelig potensial for å produsere høyere avlinger på eksisterende areal i Norge.

I perioden etter 2013 har det vært høyere kornavlinger i Norge, bortsett fra i 2018. De oppnådde avlingene ( $Y_a$ ) i bygg har vært høyere enn gjennomsnittsavlingen i perioden 2003–2013 i alle disse årene, både på Østlandet og i Trøndelag (unntak 2015 i Trøndelag). Årsakene kan være sammensatt, men det har vært flere sesonger med svært optimale værforhold for kornproduksjon etter 2013. Det har vært tidlig våronn i noen av disse årene, samt temperatur- og nedbørsforhold som har gitt optimale vekstforhold gjennom store deler av vekstsesongen. Resultatene fra sortsforsøkene har også vært betydelig høyere i perioden etter 2013, noe som langt på vei bekrefter positiv virkning av klimafaktorene.

Avlingspotensialet som er simulert med GYGA metodikken er basert på inputdata fra 10 års-perioden 2003–2013. En periode på minimum 10 år blir normalt anbefalt for å få et representativt utvalg av inputdata som vil inkludere den mest relevante årsvariasjonen. Utfra teoretiske betraktninger bør simulert avlingspotensial være gyldig også for fremtidige sesonger, så fremt det ikke har skjedd endringer som er mer ekstreme enn den variasjonen som er brukt i inputdata. Slike endringer kan for eksempel være at det på grunn av klimaendringer har blitt tidligere våronn, eller at man på grunn av en lengre sesong har begynt å dyrke sorter med en annen vekstrytme. Avlingsgapet ble derfor beregnet for de gode sesongene 2014–2017 og 2019 gjennom å bruke estimert avlingspotensial simulert fra 2003–2013 data, og beregningene ga betydelig lavere avlingsgap for disse sesongene. Dette kan tolkes som effekt av gunstige værforhold, men det kan også være at det sterke fokuset på å øke kornavlingene kan ha hatt en viss betydning. Flere prosjekter er gjennomført (eksempelvis AGROPRO, KornFUTH) som har gitt økt kompetanse for bedre agronomi, samt også økt bevissthet om sammenhengene mellom innsats og avling og bruk av innsatsfaktorene til riktigere tidspunkt.

Selv om avlingsgapet har vært mindre i noen av de senere sesongene i Norge, er det viktig å finne gode strategier for å minske avlingsgapet i norsk kornproduksjon. Resultatene indikerer at det er stort potensial for forbedringer. Det er skrevet flere rapporter som omhandler agronomiske tiltak for å øke avlingene. En av disse (Uhlen *et al.* 2017) vurderte og kvantifiserte avlingsreducerende faktorer i norsk kornproduksjon. De fant et potensial for 24 % høyere avling gjennom forbedret agronomisk praksis. Økte avlinger vil være en «vinn-vinn situasjon» og en viktig forutsetning for gunstig økonomisk utvikling for kornprodusentene. Dette gir grunnlag for økte investeringer i både jordforbedrende tiltak og teknologisk utstyr som kan øke avlingene ytterligere. En bærekraftig reduksjon av avlingsgapet kan også bidra til en forbedret utnyttelse av innsatsfaktorene og dermed redusert karbonfotavtrykk fra landbruket. De gode kornavlingene de siste årene kan tyde på at også små endringer kan gi store utslag om forholdene er riktige. Dette er positivt og burde være en motivasjon til å fortsette denne innsatsen.

## Referanser

Hoel, B., Abrahamsen, U., Strand, E., Åssveen, M. & Stabbetorp, H. 2013. Tiltak for å forbedre avlingsutviklingen i norsk kornproduksjon. Bioforsk Rapport 8(14).

Schils, R., J. E. Olesen, K. C. Kersebaum, B. Rijk, M. Oberforster, V. Kalyada, M. Khitrykau, A. Gobin, H. Kirchev, V. Manolovag, M. I., M. Trnkah, P. Hlavinka, T. Palosuo, P. Peltonen-Sainio, L. Jauhiainen, J. Lorgeou, H. Marrou, N. Danalatos, S. Archontoulis, N. Fodor, J. Spink, P. R. Roggero, S. Bassu, A. Pulina, T. Seehusen, A. K. Uhlen, K. Żyłowska, A. Nieróbca, J. Kozyra, J. V. Silva, B. M. Maçãs, J. Coutinho, V. Ion, J. Takáč, M. I. Mínguez, H. Eckersten, L. Levy, J. M. Herrera, J. Hiltbrunner, O. Kryvobok, O. Kryvosheinz, R. Sylvester-Bradley, D. Kindred, C. F. E. Topp, H. Boogaard, H. de Groot, J. P. Lesschen, L. van Bussel, J. Wolf, M. Zijlstra, M. P. van Loona and M. K. van Ittersum, 2018. «Cereal yield gaps across Europe.» *European Journal of Agronomy* 101: 109–120.

Seehusen, T. & Uhlen, A.K. 2019. Analyses of Yield Gaps for the production of wheat and barley in Norway – Potential to increase yields on existing farmland. NIBIO rapport 5(166).

Uhlen, A. K., Børresen, T., Kværnø, S., Krogstad, T., Waalen, W., Strand, E., Bleken, M.A., Seehusen, T., Deelstra, J., Sundgren, T., Lillemo, M., Riley, H., Abrahamsen, U. & Øygarden, L. 2017. Økt norsk kornproduksjon gjennom forbedret agronomisk praksis. En vurdering av agronomiske tiltak som kan bidra til avlingsøkninger i kornproduksjonen. NIBIO rapport 3: 47.

Vagstad, N., Abrahamsen, U., Strand, E., Uhlen, A. K., Lund, H.J., Rognlien, A., Stuve, L.F., Stabbetorp, E. M. H., Mangerud, K. & Solberg, H. 2013. Økt norsk kornproduksjon. Utfordringer og tiltak. Rapport fra ekspertgruppe til LMD. LMD: 39.

Van Ittersum, M. K., Cassmann, K. G., Grassinin, P., Wolf, J., Toittonell, P. & Hochmann, Z. 2013. «Yield gap analysis with local to global relevance- A review.» *Field crop research* 143: 4–17.