

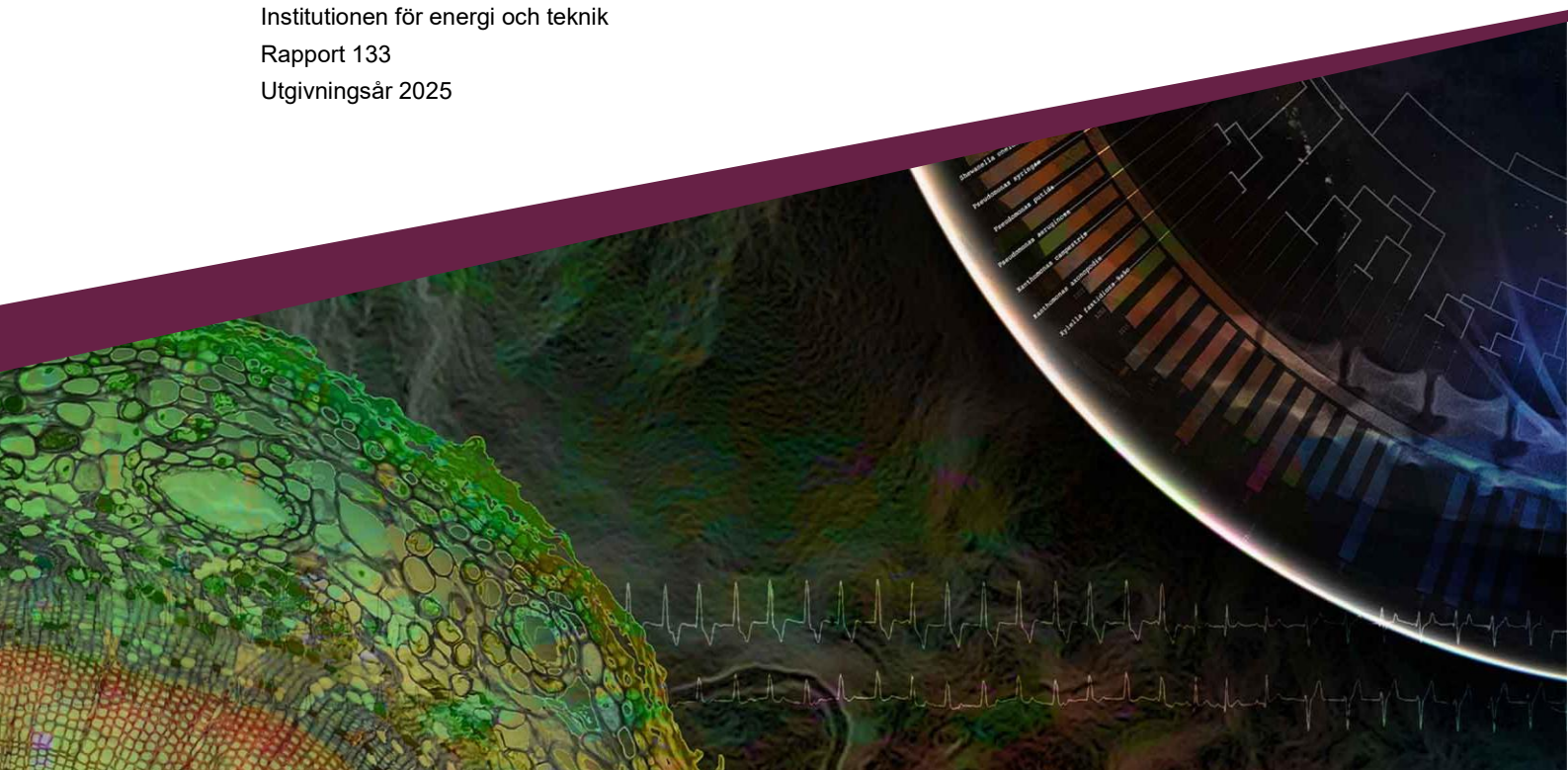


Kastar alla lika mycket?

Analys av hur tallrikssvinn varierar mellan elever i grundskolan.

Christopher Malefors, Runa Halvarsson och Mattias Eriksson

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för energi och teknik
Rapport 133
Utgivningsår 2025



Alla kastar inte lika mycket mat. Analys av hur tallrikssvinn varierar mellan elever i grundskolan.

Christopher Malefors, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik,

Runa Halvarsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik,

Mattias Eriksson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik.

Utgivare:	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik
Utgivningsår:	2025
Utgivningsort:	Uppsala
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	133
ISSN:	1654-9406
Nyckelord:	Livsmedelsavfall, Matsvinn, Offentlig måltid

Sammanfattning

Digitala verktyg kan hjälpa oss att bättre förstå hur mycket mat som slängs. I den här studien testades ett automatiserat verktyg som mäter hur mycket mat som blir över på tallrikarna i skolmatsalar, alltså mängden tallrikssvinn. Undersökningen innehåller över 421 000 slängningar från elevers tallrikar i grundskolor. Resultatet visade att verktyget var väldigt tillförlitligt då det var inom tio procents skillnad jämfört med om svinnet hade mätts manuellt.

Samtidigt var det cirka 40 procent färre elever som registrerades som gäster av verktyget än vid manuella mätningar, eftersom inte alla elever slängde mat. Därför såg matsvinnet per gäst ut att vara ungefär 35 procent högre i den automatiska mätningen.

Studien visade också att relativt få slängningstillfällen stod för den största delen av matsvinnet. Ungefär 20 procent av slängningar från elever stod för 60 procent av allt tallrikssvinn. Om slängningarna från just dessa elever skulle halveras skulle det totala matsvinnet minska med cirka en tredjedel.

Det här visar att skolor kan minska matsvinnet mest om de fokuserar på de elever som slänger mest mat, i stället för att införa samma åtgärder för alla. Genom att rikta åtgärder dit de gör störst skillnad kan skolor bidra till ett mer hållbart livsmedelssystem med mindre matsvinn.

Nyckelord: matsvinn, tallrikssvinn, automatiserade mätverktyg, skolmåltider, hållbarhet.

Abstract

Automated tools for waste quantification are promising for providing increased understanding of food waste. This study evaluated an automated tool to quantify plate waste in school canteens. It encompassed data from over 421,000 instances of food wastage from student's plates in primary schools. The evaluation revealed high accuracy, with the tool's plate waste detection falling within $\pm 10\%$ of manual recordings.

However, the tool estimated 40% fewer individual guests compared to manual recordings since not all students wasted food. As a result, the automatically collected data indicated a 35% higher waste-to-guest ratio.

The findings also showed that a minority of student's plate waste (20%) accounted for a majority (60%) of total plate waste. Halving the waste generated by this group would reduce overall plate waste by 31%, emphasizing the importance of tailored interventions for high-profile wasters rather than applying general measures to all students. Targeting areas with the greatest potential for reduction can contribute to a more sustainable food system with less food waste.

Keywords: Canteen, Food waste, Public sector, Food service, School meals, Sustainability aspects.

Förord

Denna rapport är författad inom projektet Minskat matsvinn inom offentliga måltider genom service design som undersöker olika sätt att förebygga matsvinn inom offentliga måltider. Rapporten är en omarbetad version av den vetenskapliga artikeln *Automated quantification tool to monitor plate waste in school canteens* av Malefors m.fl. (2024). Projektet har finansierats av Forskningsrådet för hållbar utveckling (Formas) med diarienummer 2023-01908 och pågår under 2023-2026.

Uppsala, december 2025

Christopher Malefors, projektledare

Innehållsförteckning

Förord	5
1. Introduktion	7
2. Material och metoder	10
2.1 Beskrivning av datainsamling och data i studien	10
2.2 Utvärdering av tallrikssvinnsmätning	12
3. Resultat	16
3.1 Återkoppling från elever	17
3.2 Verifiering mot manuell mätning av tallrikssvinn	18
4. Diskussion	20
5. Slutsatser	24
Referenser	25

1. Introduktion

Jordens befolkning ökar och vi konsumerar mer än någonsin. Behovet av energi, bränsle, kläder och mat växer som en följd av detta. För att klara av framtidens efterfrågan på ett rättvist och hållbart levnadssätt behöver vi hitta smarta lösningar (Raworth, 2012). Ett viktigt steg mot hållbar utveckling är att människor förändrar sina vanor (Bergquist et al., 2023; Gosnell & Bazilian, 2021).

Ett sätt att påverka beteenden är genom så kallad *nudging*, också kallat puffning. *Nudging* används för att göra det lättare att välja mer hållbara alternativ, utan att tvinga någon. Det kan till exempel handla om hur information presenteras eller hur valmöjligheter utformas, som ett komplement till skatter, förbud eller informationskampanjer.

Digitala verktyg och så kallad *spelifiering* (*gamification* på engelska), kan också hjälpa människor att förstå sin påverkan på miljön. Genom att visa hur våra val påverkar vårt miljöavtryck kan dessa verktyg ge återkoppling och uppmuntra till mer hållbara beteenden (Fraternali et al., 2019; Froehlich et al., 2010; Gram-Hanssen, 2014; Guillen et al., 2021; Koivisto & Hamari, 2019).

Att minska matsvinnet är en av de viktigaste åtgärderna för att skapa ett mer hållbart livsmedelssystem (IPCC, 2019; Springmann m.fl., 2018). Den största delen av allt matsvinn i världen uppstår faktiskt hos konsumenterna, alltså i våra hem eller i restauranger samt i offentliga måltider (United Nations Environment Programme, 2021). Det betyder att vi har en stor möjlighet att påverka matsvinnet genom att förändra beteenden hos konsumenter.

Här skulle verktyg som *nudging* och *spelifiering* kunna användas för att uppmuntra människor att minska sitt matsvinn och på så sätt bidra till FN:s hållbarhetsmål om att halvera matsvinnet till år 2030 (Förenta nationerna, 2015). För att lyckas med detta behövs verktyg och metoder som kan följa upp förändringar i matsvinn på ett tillförlitligt sätt och att samla in bra grunddata (Xue m.fl., 2017).

Måltidssektorn, som serverar mat till konsumenter i många olika former, har vanligtvis två typer av matsvinnsproblem: dels svinn som uppstår i köket eller under serveringen, dels det matsvinn som gästerna själva lämnar kvar på tallriken (Malefors m.fl., 2019). Tidigare studier har visat att det totala matsvinnet i den här sektorn varierar kraftigt och det finns studier som visar siffror mellan 15 gram per gäst eller 980 gram per försäljning (Abdelaal m.fl., 2019; Juvan m.fl., 2017).

Mängden matsvinn kan också variera mycket mellan olika matsalar även inom samma organisation. Till exempel visade Eriksson m.fl. (2017) att de matsalar som hade minskat svinnet mest i en kommun bara hade en fjärdedel så mycket matsvinn som de som hade mest.

I dag mäts matsvinn oftast manuellt, till exempel med papper och penna eller med enkla datorprogram (Boschini m.fl., 2018; Eriksson m.fl., 2019). Nya digitala lösningar håller dock på att utvecklas, där datorer eller surfplattor kopplas till vågar för att mäta hur mycket mat som slängs (Leverenz m.fl., 2020; WWF Germany, 2020). De senaste och mest avancerade systemen använder bildigenkänning för att automatiskt identifiera vilken typ av mat som slängs och hur mycket den väger. Sådana system tillhandahålls bland annat av företag som Leanpath och Kitro.

Att mäta matsvinnet på ett tillförlitligt sätt är avgörande för att se om åtgärder faktiskt leder till minskningar. Ändå har få studier hittills undersökt potentialen i att automatisera mätsystem. Att samla in data räcker inte i sig, utan informationen måste också snabbt nå rätt personer så att åtgärder kan sättas in innan mer mat går till spillo (Aschemann-Witzel m.fl., 2023). För att motivera både personal och gäster kan tekniker som *spelifiering* och *nudging* vara effektiva verktyg.

För att minska matsvinnet inom måltidssektorn används ofta informationskampanjer. Tanken är att om både gäster och personal får bättre kunskap om problemet så kommer de att slänga mindre mat. Studier har också visat att information faktiskt kan ha en effekt, och bland annat minskade universitetsstudenter sitt matsvinn med 15 procent i en studie efter att ha fått information om frågan (Whitehair m.fl., 2013). Samtidigt deltog bara 40 procent av de tillfrågade studenterna i studien, vilket visar att engagemanget kan vara begränsat.

Andra åtgärder kombinerar information med *nudging*. Ett exempel är en studie där hotellgäster på sol- och strandhotell minskade sitt tallrikssvinn genom en spelbaserad aktivitet (Dolnicar m.fl., 2020). Även enklare förändringar, som att ta bort brickor eller använda mindre tallrikar, har visat sig minska mängden mat som slängs (Kallbekken & Sælen, 2013; Thiagarajah & Getty, 2013; Obersteiner m.fl., 2021). Vissa studier menar till och med att formen på tallriken kan spela roll, som att tallrikssvinnet kan minska då man byter från runda till ovala tallrikar (Richardson m.fl., 2021). Det finns också andra studier som inte sett någon effekt alls av tallriksstorlek (Qi m.fl., 2022).

Kommunikation kan också vara effektivt om den används i rätt sammanhang. En studie visade att riktad information till hotellgäster minskade mängden ätbart tallrikssvinn med 14,4 procent (Antonschmidt & Lund-Durlacher, 2021). Likaså fann Cozzio m.fl. (2021) att meddelanden som uppmuntrar gäster att tänka på matsvinn kan få fler att agera mer hållbart.

Även i skolmiljöer har *nudging* visat goda resultat. En studie av Vidal-Mones m.fl. (2022) visade att den typen av åtgärder kunde minska tallrikssvinnet med hela 41 procent, till i genomsnitt 27,2 gram per portion.

Digitala verktyg har också prövats som ett sätt att engagera gäster. Malefors m.fl. (2022) använde till exempel surfplattor kopplade till vågar i skolmatsalar för att mäta hur mycket mat varje elev slängde. Eleverna fick direkt återkoppling om mängden svinn och dess miljöpåverkan och systemet kombinerade *spelifiering*, *nudging* och automatisk mätning. Resultatet blev tydligt: mängden tallrikssvinn minskade från 19 gram per portion till 12 gram.

Många av de lyckade åtgärder som beskrivs i forskningen utgår från att alla gäster beter sig på samma sätt och påverkas av samma åtgärder. I praktiken kan detta se väldigt annorlunda ut och bero på en mängd olika faktorer (Brancoli m.fl., 2019; Eriksson m.fl., 2014, 2023). Det betyder att vissa åtgärder kan vara onödiga för personer som redan är medvetna om matsvinn, medan andra grupper kan behöva andra typer av stöd för att förändra sitt beteende.

Den här studien hade två huvudsakliga syften: (1) att undersöka hur matsvinnet ser ut bland elever som äter i svenska skolmatsalar och (2) att utvärdera hur tillförlitligt ett automatiserat mätsystem är för att registrera och återkoppla data om matsvinn. Att förstå hur och varför matsvinn uppstår är viktigt för att kunna utforma åtgärder som fungerar. Kunskap om elevernas matbeteenden kan bidra till att skapa ett mer hållbart livsmedelssystem där mindre mat går till spillo. Utvärderingen av det automatiska mätsystemet är också central, eftersom den visar om ny teknik kan ersätta dagens tidskrävande manuella mätningar.

2. Material och metoder

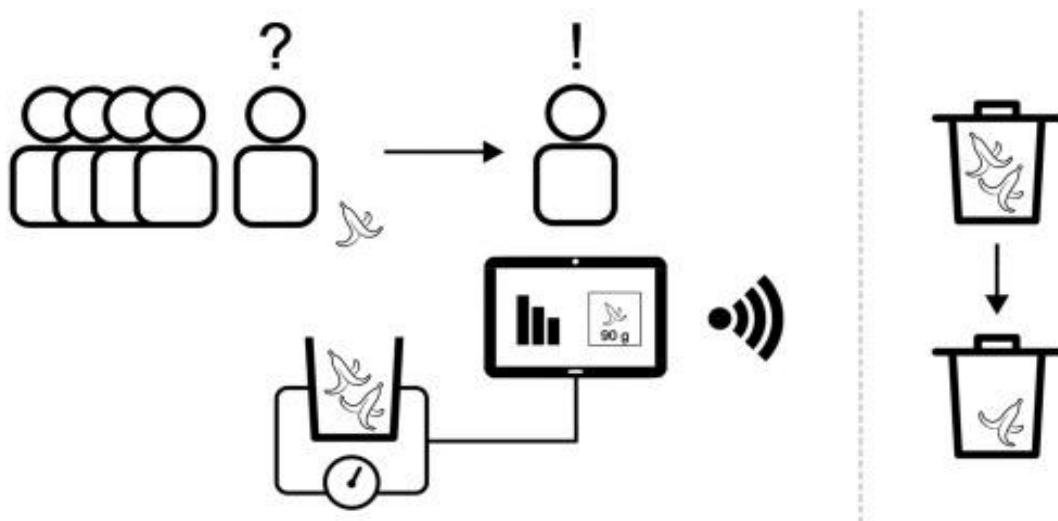
2.1 Beskrivning av datainsamling och data i studien

Materialet som analyserades i studien bestod av tallrikssvinnsdata från 16 svenska grundskolor, spridda över fem olika kommuner. Varje kommun använde en meny som roterade var femte till sjunde vecka, vilket innebär att samma maträtt återkom med jämna mellanrum. I studien definieras tallrikssvinn som all mat som gästerna lämnar kvar på sina tallrikar, inklusive sådant som inte går att äta, till exempel ben eller skal (Malefors m.fl., 2019; Livsmedelsverket, 2020).

All data samlades in med hjälp av ett digitalt mätverktyg; en så kallad *plate waste tracker*, eller tallrikssvinnsmätare. Systemet består av en våg med hög precision (noggrannhet på 2 gram) kopplad till en surfplatta med ett program. Vågen står under den tunna där eleverna kastar sina matrester och varje gång vikten förändras (när något slängs) registreras mängden avfall tillsammans med en tidsstämpel.

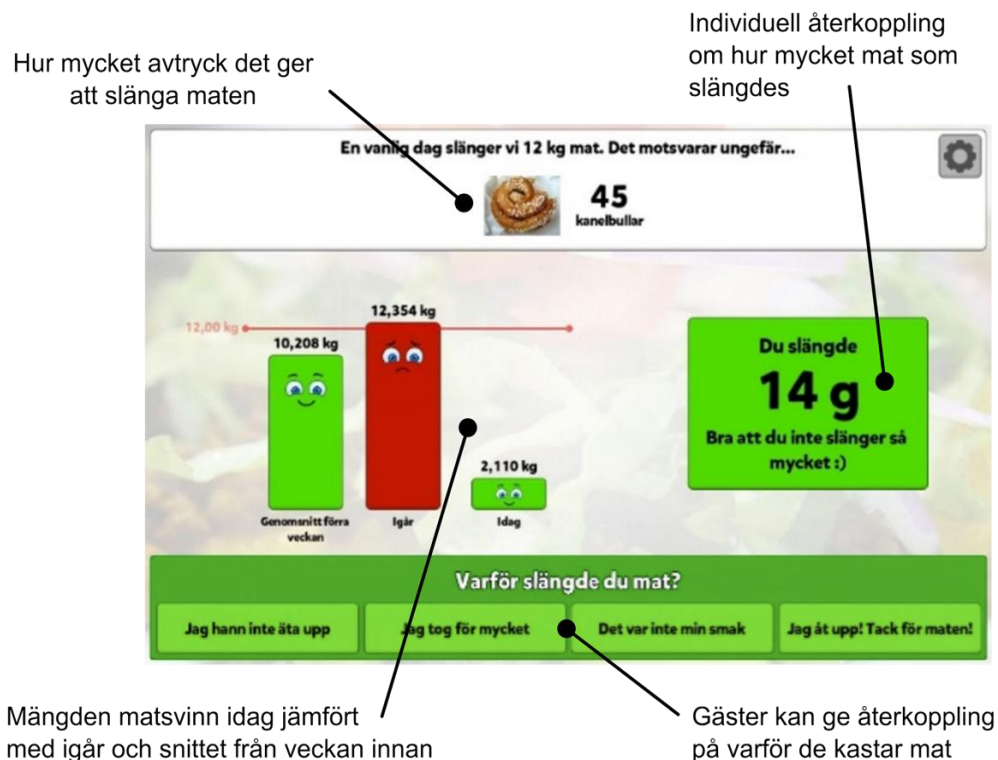
På surfplattans skärm visas hur mycket mat som slängs och vilken miljöpåverkan detta motsvarar i till exempel energi, resurser eller koldioxidutsläpp. Syftet är att eleverna genom att få direkt återkoppling ska bli mer medvetna och gradvis ändra sitt beteende för att minska matsvinnet. Figur 1 visar en översikt av hur verktyget fungerar och hur det används i skolmatsalarna.

För att uppmuntra gästerna att slänga mindre mat visar systemets skärm olika meddelanden beroende på hur mycket varje person slänger. Om en gäst kastar mer än 70 gram visas ett meddelande med röd bakgrund som uppmanar till att minska svinnet nästa gång och anger hur mycket mat som slängdes. Vid 20–70 gram visas samma uppmaning, men med orange bakgrund. Om gästen slänger mindre än 20 gram erhålls positiv återkoppling om att mängden matsvinn varit låg. Systemet ger också möjlighet för gästerna att ange varför de slängde maten. De kan välja bland förinställda alternativ, till exempel: ”Jag tyckte inte om maten”, ”Jag tog för mycket mat”, ”Jag hann inte äta upp” eller ”Jag åt upp allt, tack för maten”. Det går att välja flera svar, men gästerna uppmuntras att välja det som passar bäst.



Figur 1. Översikt över hur gästerna interagerar med det digitala verktyget för att mäta tallrikssvinn. Gästerna kastar sina matrester i en tunna som står på en våg. Ikonen med ett bananskal används som symbol för allt tallrikssvinn, oavsett om det är ätbart eller inte. Vågen är kopplad till en surfplatta som visar hur mycket mat som slängs och annan relevant information. Alla insamlade data skickas automatiskt till en central databas.

Förutom att visa hur mycket mat varje elev slänger visar systemet också hur mycket mat som slängs totalt under hela måltiden. Den mängden jämförs med hur mycket som slängdes dagen innan och med genomsnittet från veckan innan. Uppgifterna för de tidigare dagarna registreras av kökspersonalen varje gång tunnan med matavfall töms. Det görs för att säkerställa att rätt mängd registreras om vågen skulle ha störcs eller manipulerats. Personalen skriver också in hur många elever som har ätit, så att man kan räkna ut hur mycket mat som slängs per elev. Figur 2 visar hur systemets skärm ser ut och hur eleverna använder den när de kastar sina matrester.



Figur 2. Översikt över gränssnittet i programvaran för tallrikssvinn och dess olika delar. Den övre delen av skärmen visar hur mycket svinn som uppstått i matsalen och sätter det i ett sammanhang som eleverna kan förstå, till exempel hur många kanelbullar 12 kilo matavfall motsvarar. I mitten visas hur mycket mat som hittills slängts under dagen jämfört med gårdagen och genomsnittet för föregående vecka. Informationen kopplas också till mål som matsalen har satt upp, i det här fallet 12 kilo matsvinn. Till höger visas individuell återkoppling som ändras beroende på hur mycket mat varje elev slänger. Den nedre delen av skärmen låter eleverna ange varför de har slängt mat

Vissa av skolköken som deltog i studien hade systemet installerad permanent, medan andra använde verktyget under kortare och mer riktade perioder. Totalt registrerades 421 015 tillfällen där mat slängdes i de 16 skolköken mellan den 8 oktober 2020 och den 20 februari 2023.

2.2 Utvärdering av tallrikssvinnsmätning

För att begränsa mätningarna till endast lunchmåltider och ta bort felaktiga registreringar, till exempel när soppor byttes eller något annat än mat lades på vågen, användes ett filter. Filtret registrerade bara händelser som inträffade mellan klockan 10:00 och 14:00, och endast vikter mellan 3 och 500 gram räknades. När

filtret tillämpades på alla insamlade data minskade antalet registrerade händelser till 398 991 mättillfällen. Tabell 1 visar under vilken tidsperiod tallrikssvinnsmätarna användes i de olika skolköken, hur många dagar de var aktiva samt antalet registrerade slängningar (efter filtrering). Tabellen innehåller också beskrivande statistik över mängden tallrikssvinn.

Tabell 1. Sammanfattning över var och när tallrikssvinnsmätarna var aktiva i de 16 deltagande grundskoleköken, samt antalet registrerade händelser (tallrikssvinn) per mätare och tillhörande beskrivande statistik.

Plats		Tid för datainsamling				Uppmätt tallrikssvinn		
Skola	Kommun	Startdatum	Slutdatum	Mätdagar (st.)	Svinntillfällen (st.)	Median (g)	Medelvärde (g)	Variation (±g)
1	1	2020-12-15	2022-04-20	149	15 639	16	33	44
2	1	2020-12-15	2023-02-20	427	96 980	14	31	43
3	1	2020-12-11	2023-01-27	185	44 191	12	37	59
4	1	2020-12-14	2023-02-20	453	64 058	24	39	45
5	1	2020-12-14	2022-02-17	220	22 824	8	19	31
6	1	2021-09-07	2023-02-01	287	39 573	28	48	54
7	2	2022-04-28	2023-02-20	149	61 657	56	81	81
8	3	2020-10-08	2020-11-27	35	7356	28	48	60
9	3	2020-10-08	2021-06-14	58	12 028	24	42	51
10	3	2020-10-08	2021-09-01	73	17 835	12	30	44
11	4	2020-10-12	2020-11-24	32	7912	14	32	44
12	5	2022-11-17	2023-02-17	46	7546	26	44	52
13	5	2023-02-20	2023-02-20	1	160	24	34	36
14	5	2022-10-17	2022-10-24	5	383	20	30	30
15	5	2022-05-03	2022-05-06	4	599	24	37	41
16	5	2023-01-23	2023-01-27	5	250	20	37	46

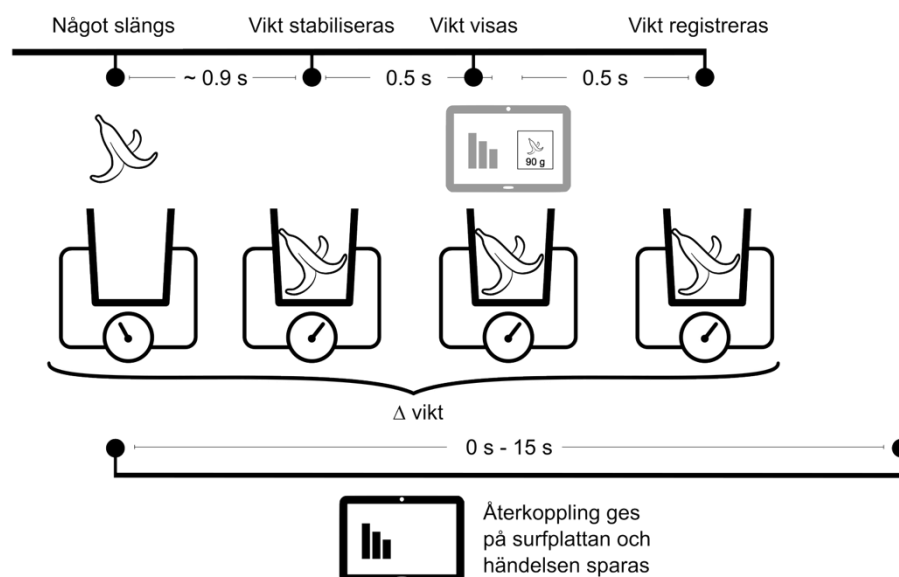
För att analysera fördelningen av tallrikssvinn sorterades alla insamlade data i stigande ordning, från den minsta till den största mängden svinn. Därefter delades listan in i tio lika stora grupper (så kallade deciler), och medianvärdet beräknades för varje grupp. Denna metod användes både för hela datamängden och separat för varje enskild skolmatsal.

I en vidare analys fokuserade vi på de två grupper (decilgrupper) i hela datamängden som hade de högsta nivåerna av tallrikssvinn, alltså de högsta 20 %. Syftet var att undersöka hur mycket det totala svinnet skulle minska om svinnet i

dess grupper halverades, i linje med FN:s hållbarhetsmål (Förenta nationerna, 2015). För att bedöma effekten av detta scenario jämfördes den totala mängden registrerat tallrikssvinn från alla skolor med den beräknade mängden svinn efter en sådan halvering.

Medianvärdena för tallrikssvinnet inom de högsta 1 % och lägsta 1 % av alla observationer undersöktes också. Dessutom beräknades medianvärdet för tallrikssvinn för alla skolmatsalar sammantaget, för att kunna jämföra resultaten med tidigare studier. Medianen valdes som ett lägesmått eftersom den är mindre känslig för extremvärden, vilket beskrivs av Quinn och Keough (2002).

För att koppla mängd tallrikssvinn till eventuell feedback som gästerna valde från tallrikssvinnsmätaren registrerades viktskillnaden till nästa feedback-händelse på surfplattan inom ett tidsintervall på 15 sekunder. Figur 3 visar en översikt över hur en viktskillnad registrerades i databasen och hur den relaterades till gästens feedback: Först kastade gästen maten i soptunnan, och när den nya vikten stabiliserats (efter ungefär 0,9 sekunder) dröjde det cirka 0,5 sekunder innan viktskillnaden sparades i databasen. Denna vikt visades sedan på surfplattans skärm. Om gästen angav en orsak till sitt matsvinn eller kommenterade maten på surfplattan, kopplades den informationen till den registrerade viktskillnaden.



Figur 3. Flödesschema som visar hur skillnader i tallrikssvinnets vikt registrerades och hur feedback från gästerna kopplades till dessa viktförändringar.

Gästernas uppgivna anledningar till att de slängde mat analyserades genom att jämföra grupperna med mest svinn (de högsta 20 %) med de som hade minst (de lägre 80 %), för de fall då gästerna lämnade återkoppling. Konfidensintervall på 95 % beräknades för varje feedback-alternativ som surfplattan angav, för att undersöka

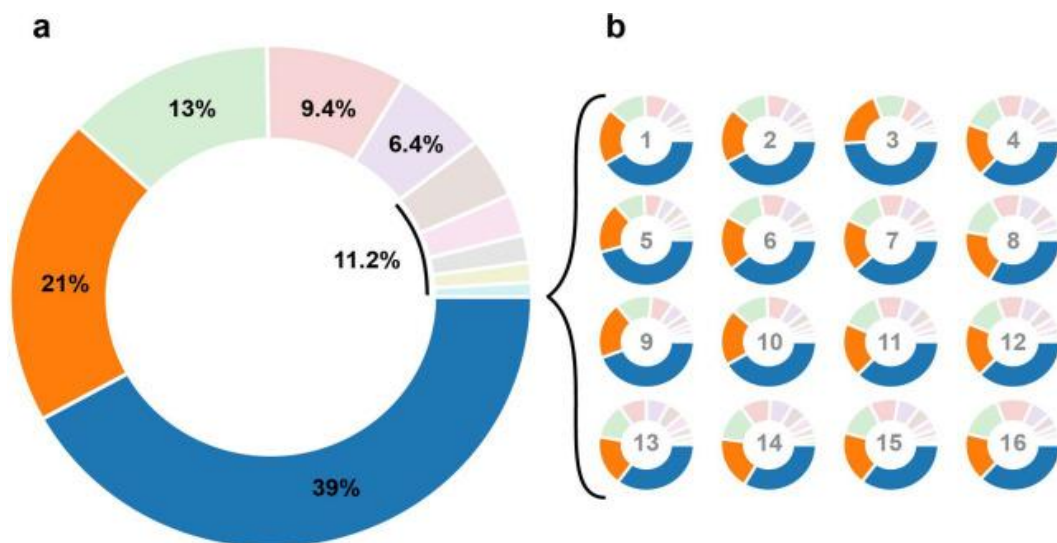
om det fanns en statistisk skillnad mellan orsakerna som angavs av grupperna som svinnade mest och de som svinnade minst (Wasserstein m.fl., 2019).

I det bästa fallet följdes en registrerad viktförändring direkt av feedback från gästen (Våg → Feedback). Dessa två händelser kunde då kopplas samman och analyseras som en orsak till varför maten slängdes. Det kunde dock uppstå andra kombinationer av händelser: till exempel två (eller fler) feedback-händelser utan någon registrerad viktförändring mellan dem (Feedback → Feedback), vilket kunde ske om en gäst inte slängde någon mat men ändå ville lämna en kommentar. Ett annat scenario var att minst två viktförändringar registrerades utan att någon feedback gavs på surfplattan (Våg → Våg), vilket kunde hända om gästen valde att inte svara eller väntade mer än 15 sekunder innan de gav feedback. En beskrivande sammanställning av alla dessa kombinationer av feedbackhändelser gjordes med data från alla deltagande skolmatsalar.

För att utvärdera hur noggrant det automatiska systemet fungerade jämfördes med att manuellt mäta matsvinn jämfördes medianvärdet för svinn (i kilogram per dag) mellan tallrikssvinnsmätaren och kökspersonalens manuella mätningar i slutet av dagen eller när tunnan tömdes. På samma sätt jämfördes antalet registrerade tallrikssvinnhändelser (viktförändringar) med det manuellt antecknade antalet gäster per dag för att bedöma hur väl det automatiska systemet identifierade antalet personer som faktiskt slängde mat. Antalet gäster som registrerades manuellt av kökspersonalen baserades på antalet använda tallrikar (Malefors m.fl., 2021). För att säkerställa tillförlitliga resultat inkluderades endast skolmatsalar med fler än 20 observationer i jämförelsen. Förhållandet mellan svinn och gäst beräknades genom att dela den genomsnittliga mängden svinn per dag med det genomsnittliga antalet serverade gäster per dag. Detta mått användes för att bedöma hur effektivt respektive metod kunde mäta matsvinnet.

3. Resultat

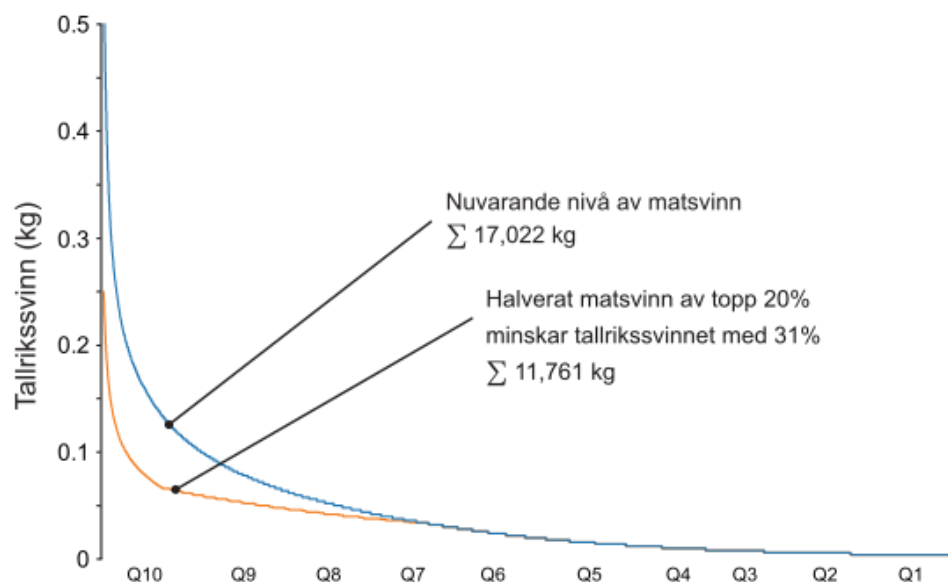
Det visade sig att 20 % av alla tallrikssvinnhändelser stod för hela 60 % av det totala tallrikssvinnet i de deltagande skolköken. Alla skolmatsalar uppvisade liknande mönster, men med vissa skillnader i omfattning. Skolmatsal nummer 3 hade den högsta andelen svinn: Där stod 20 % av händelserna för 69 % av allt tallrikssvinn. Kök nummer 14 hade den lägsta andelen, med 52 %. Hälften av alla registrerade tallrikssvinnhändelser stod för 11,2 % av det totala svinnet. Figur 4 visar hur tallrikssvinnet fördelades per tiondel (decil) slängningstillfälle (sorterat i storleksordning) för samtliga 16 skolmatsalar, samt hur mönstret såg ut för varje enskild skola.



Figur 4. Andelen tallrikssvinn per tiondel (decil) i (a) samtliga 16 deltagande skolmatsalar och (b) i de enskilda skolmatsalarna. Varje segment i ringdiagrammet motsvarar en decil, och siffrorna i segmenten i (a) visar hur stor andel av det totala tallrikssvinnet som uppstod inom respektive decil.

När vi undersökte de 1 % största tallrikssvinnsmätningarna så stod detta för 8 % av det totala tallrikssvinnet, medan de 1% minsta slängningarna endast stod för 0,09 %. Den uppmätta medianen för allt tallrikssvinn i skolmatsalarna var 20 g. Figur 5 visar ett scenario där de 20 % av eleverna som slänger mest mat lyckas minska sitt

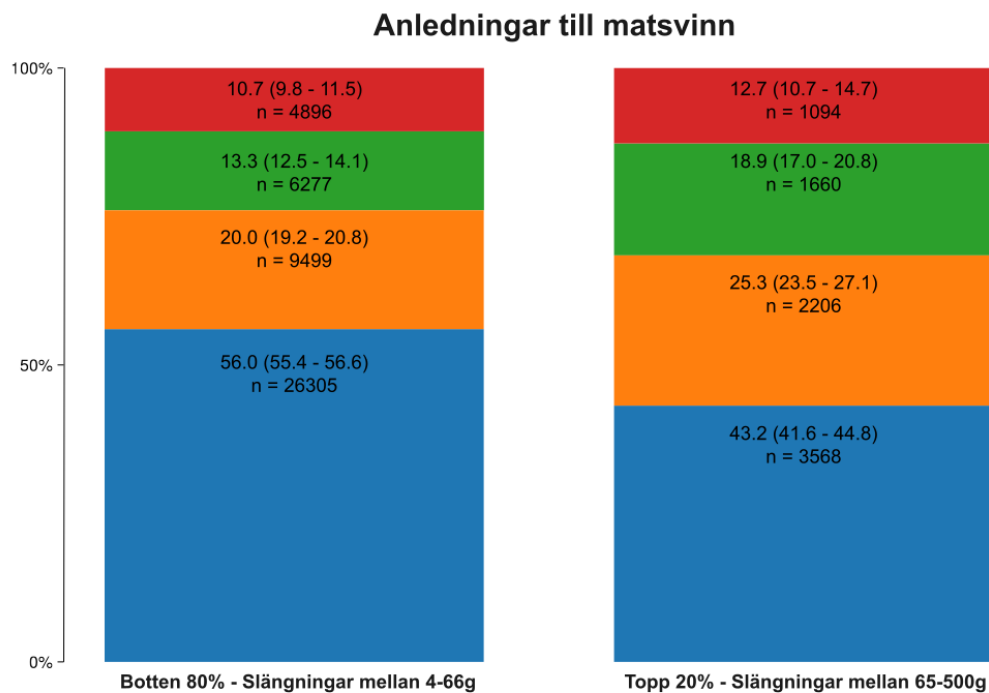
svinn med 50 %. Detta skulle leda till en total minskning av tallrikssvinnet med cirka 31 % i de undersökta skolmatsalarna. Det sammanlagda tallrikssvinnet som registrerades under perioden uppgick till cirka 17 ton, en siffra som hade minskat till cirka 11,7 ton om de 20 % med störst matsvinn halverade sitt svinn.



Figur 5. Scenario där de 20 % av eleverna som slänger mest mat lyckas minska sitt svinn med hälften, vilket leder till en total minskning av tallrikssvinnet med 31 % i de studerade skolmatsalarna.

3.1 Återkoppling från elever

Av de 398 991 registrerade viktförändringarna (efter filtrering) kunde 55 505 kopplas till elever som gav återkoppling om varför de slängde mat. Bland de 80 % av eleverna som slängde minst (4–66 g per tallrik) svarade en majoritet (56 %) att de var nöjda med maten och hade ätit upp den. Resterande 44 % angav att maten inte smakade bra, att de tagit för mycket eller att de inte hunnit äta upp. Bland de 20 % som stod för mest tallrikssvinn (66–500 g per tallrik) uppgav 56,8 % att orsaken var att maten inte var i deras smak, att de tagit för mycket eller att tiden inte räckte till för att äta upp. Figur 6 sammanfattar elevernas svar som kunde kopplas till en tallrikssvinnehändelse, och delar upp dem mellan de 80 % med minst svinn och de 20 % med mest. Skillnaderna mellan dessa två grupper var tydliga för samtliga kategorier, med undantag för kategorin ”hann inte äta upp”, där resultaten överlappade något.



Figur 6. Orsaker som elever angav till varför de slängde mat, uppdelat mellan de som slängde minst (de 80 % med lägst tallrikssvinn) och de som slängde mest (de 20 % med högst tallrikssvinn): Hann inte äta upp (röd), Tog för mycket (grön), Tyckte inte om maten (orange) och Åt upp allt (blå). Siffrorna inom parentes visar 95 % konfidensintervall (avrundade), och antalet svar i varje kategori anges också.

Totalt registrerades 164 890 feedbackhändelser från gästerna i alla skolmatsalar. När händelserna från tallrikssvinnsmätaren analyserades visade det sig att majoriteten var Våg → Våg-händelser (350 022 stycken), vilket betyder att ingen feedback lämnades mellan två vägningar. Det fanns också 93 900 Feedback → Feedback-händelser, där flera återkopplingar registrerades utan någon ny vägning däremellan.

3.2 Verifiering mot manuell mätning av tallrikssvinn

För att undersöka hur väl det automatiska systemet kunde registrera mängden matsvinn och antalet gäster analyserades skolmatsalar som hade minst 20 dagars observationer av dessa. Tabell 2 visar skillnaden mellan manuellt registrerade värden och de som registrerats av det automatiska systemet, både för mängden svinn och antalet gäster, samt hur många dagar data som fanns tillgängliga.

I de skolmatsalar som kunde bidra med sådan data var antalet gäster som systemet registrerade (dvs. antal tallrikssvinnsmätningar) i genomsnitt cirka 40 % lägre än det manuellt noterade antalet portioner. När det gäller mängden matsvinn

per dag var skillnaden mellan manuellt registrerade värden och de som systemet registrerat 7 %. Den största skillnaden observerades i skolmatsal 11, där systemet registrerade 31 % mindre svinn än vad personalen manuellt rapporterat. För de övriga skolmatsalarna låg skillnaden i registrerat svinn inom 10 % jämfört med de manuella värdena.

Tabell 2. Skillnader i matsvinn och antal gäster för de olika skolmatsalarna, samt antal dagar med registrerade observationer. Endast skolmatsalar med fler än 20 observationer av varje typ togs med i analysen. Mängden matsvinn (kg) är avrundad till två decimaler.

Skola	Tallrikssvinn		$\Delta\%$	Dagar med observationer	Gäster/dag		$\Delta\%$
	[kg/dag] (automatisk)	[kg/dag] (manuell)			(automatisk)	(manuell)	
2	8,1	7,5	+8	182	217	344	-37
3	10	11	-9	229	343	554	-38
6	9	8,6	+5	232	168	319	-47
7	35	37	-5	140	439	800	-45
8	12	12	0	29	225	362	-38
9	10	11	-9	47	233	475	-51
10	8	8,8	-9	68	260	288	-10
11	9,7	14	-31	26	258	450	-43
Medel- värde	13	14	-7	119	268	449	-40

De manuella registreringarna gav ett medelvärde på 31 g avfall per gäst, medan den automatiska mätningen gav 48 g avfall per gäst (13 kg/268 gäster, se tabell 2). Det innebär att den manuella metoden visade en 35 % lägre avfallsmängd per gäst jämfört med den automatiska registreringen för de åtta skolrestauranger som hade mer än 20 dagars observationer.

4. Diskussion

I denna studie av tallrikssvinn i skolmatsalar visade det sig att den största delen av tallrikssvinnet (60 %) kom från en relativt liten andel slängningar (20 %), medan majoriteten av alla eleverna slängde mycket lite eller inget matsvinn alls. Detta bekräftar tidigare observationer inom andra områden, där en liten andel står för en stor del av påverkan. Till exempel har det visats att alla människor bidrar till klimatförändringar, men inte i samma utsträckning (Chancel, 2022).

Eftersom resultaten i denna studie baseras på data från ett system som automatiskt registrerar slängningar så betyder det att gäster som inte slängde någon mat inte är representerade i resultaten. Det framkom till exempel att det automatiskt uppmätta antalet gäster per dag (eller tallrikssvinnehändelser) var **10–51 % lägre** än det antal som kökspersonalen registrerade i de olika skolorna. Det automatiska verktyget visade också att det fanns många återkopplingar i rad utan någon uppmätt viktförändring, vilket tyder på att vissa elever gav återkoppling på surfplattan utan att kasta något matsvinn.

Det är tydligt att problemet med matsvinn inte var lika stort i alla skolmatsalar eller bland alla elever, då det varierade mycket. Till exempel skulle en halvering av tallrikssvinnet bland de 20 % av elever som slänger mest leda till en total minskning av tallrikssvinnet med 31 % i de studerade skolorna. Om endast den allra värsta procenten av de som svinnade (de översta 1 %) skulle halvera sitt tallrikssvinn, skulle den totala mängden minska med cirka 4 %. Att rikta åtgärder mot dessa grupper skulle därför kunna ge en mycket stor effekt.

En vanlig strategi för skolmatsalar som uppmärksammat sitt matsvinnproblem är att genomföra olika informations- eller medvetandekampanjer för att minska svinnet. Tidigare studier har visat att sådana åtgärder ibland kan vara ganska effektiva (Manomaivibool et al., 2016; Pinto et al., 2018), medan andra studier inte sett samma effekt (Whitehair et al., 2013). Detta tyder på att informationskampanjer är ett verktyg som bara kan minska matsvinn till en viss nivå, om alls, och att effekten sannolikt beror på hur stort problemet var från början. Till exempel fann Eriksson et al. (2019) att hotell och restauranger kunde minska sitt matsvinn med 61 % när de började mäta svinnet och tydligt visa resultaten, men variationen mellan verksamheterna var stor. En viktig faktor bakom stora förbättringar var att man från början hade ett högt matsvinn. Alltså ju större problem, desto större potential för minskning. Minskning av matsvinn verkar följa principen om

avtagande avkastning (Meier et al., 2021), vilket innebär att ytterligare åtgärder behövs utöver information och medvetandegörande, särskilt för att nå de gäster som står för den största delen av svinnet.

Att använda *nudging* för att få gäster att slänga mindre mat kan vara ett effektivt alternativ, och flera studier har visat positiva resultat. Till exempel fann Roe m.fl. (2022) att individuellt anpassade åtgärder för att minska matsvinn i hushåll kunde sänka tallrikssvinnet med hela 79 %, även om urvalet i deras studie var litet. De tallrikssvinnsmätare som användes i den här studien har tidigare visat sig kunna minska mängden tallrikssvinn med 37 % (dock inte statistiskt signifikant) och serveringssvinn med 62 % (Malefors et al., 2022). I den tidigare studien var matsvinnet redan lågt och i genomsnitt 19 g per gäst, baserat på två matsalar. I den nuvarande studien var medianvärdet för tallrikssvinn 20 g per gäst, baserat på mätningar i 16 skolmatsalar. Detta ligger i linje med nivåer som rapporterats i andra studier av svenska offentliga måltider och grundskolor (Malefors, 2022; Livsmedelsverket, 2021).

Hittills har beslutsfattare och aktörer inom offentlig måltidsverksamhet oftast försökt minska matsvinnet genom att ge samma information, kampanjer och åtgärder till alla elever. Resultaten i den här studien visar dock att detta till stor del är ineffektivt, eftersom de flesta elever redan slänger väldigt lite eller ingen mat alls och därför inte kan minska sitt svinn ytterligare. Den största potentialen för minskat matsvinn finns i stället hos den lilla grupp elever som står för en stor del av svinnet. Därför bör åtgärder riktas mot just dessa elever, med målet att påverka deras beteende i en mer hållbar riktning. Informationskampanjer och *nudging* kan fortfarande vara användbara verktyg, men budskapen bör anpassas till gruppen som har störst potential att minska sitt matsvinn snarare än till alla, och helst anpassas efter olika typer av konsumenter.

Ett mål med studien var att se hur bra den automatiska metoden för att mäta matsvinn fungerade jämfört med när personalen skrev in siffrorna själva. I de flesta skolor var resultaten ganska lika och skillnaden låg på högst runt 10 %. I en skola var skillnaden större: det automatiska systemet visade 31 % mindre svinn än personalens anteckningar. Antalet gäster som systemet räknade skiljde sig också från det som personalen skrev upp. Det beror troligen på att systemet bara räknar de elever som faktiskt slänger mat, medan personalen räknar alla som äter. Därför blir svinnet per gäst högre i den automatiska mätningen. I den här studien var matsvinnet per gäst 35 % lägre med den manuella metoden än med den automatiska. Det är viktigt att tänka på när man använder siffrorna i rapporter eller jämförelser. Det är troligt att båda metoderna (automatisk och manuell) kommer att användas samtidigt under en tid framöver. En bra lösning kan vara att kombinera dem för att få en mer rättvis bild av matsvinnet. I den här studien använde personalen fortfarande sina egna siffror för statistiken, så att de kunde känna att de hade kontroll och lättare kunde jämföra resultaten.

En annan viktig faktor är att det är svårt att automatiskt avgöra varför mat slängs. I den här studien kunde 55 505 återkopplingar kopplas direkt till en motsvarande tallrikssvinnhändelse, av totalt 164 890 registrerade återkopplingar. I de flesta fall registrerades dessvärre bara en viktförändring på vågen, utan någon tillhörande feedback. En orsak till detta var pandemin, då vissa skolor gjorde surfplattan otillgänglig för eleverna av hygienskal. Trots denna begränsning har det automatiska systemet för att samla in gästernas feedback flera fördelar. Det är ett billigt och enkelt sätt att samla in åsikter jämfört med att genomföra enkäter. Även om det ibland är svårt att direkt koppla feedbacken till en viss tallrikssvinnhändelse, kan skolköken ändå använda informationen för att förstå hur eleverna upplever maten. Genom att identifiera vilka rätter som oftare leder till matsvinn kan skolor sätta in riktade åtgärder, till exempel justera portionsstorlekar eller recept. Tidigare studier har visat att detta kan minska serveringssvinnet. I en studie minskade till exempel mängden serveringssvinn med i genomsnitt 38 g per gäst när tallrikssvinnsnät användes, även om andra faktorer också kan ha påverkat resultatet (Malefors et al., 2022).

Även om resultaten i den här studien är lovande finns det vissa begränsningar att ta hänsyn till. För det första var antalet deltagande skolmatsalar ganska litet med 16 skolor som bidrog med data. Även om dessa skolor var geografiskt spridda och deltog frivilligt kan det ha funnits en urvalsbias, eftersom skolor som är mer intresserade av teknik eller hållbarhet kan ha varit mer benägna att delta. Detta kan påverka hur väl resultaten går att överföra till andra skolor. Framtida studier som vill undersöka hur tillförlitliga automatiska system för matsvinnsmätning är bör därför omfatta fler skolor och gärna även andra delar av måltidssektorn, som gymnasier, äldreboenden eller restauranger. I studien identifierades det att 20% av registrerade tallrikssvinnehändelser utgjorde en majoritet av svinnet, men vi kunde inte avgöra om det var samma elever som stod för det mesta svinnet varje gång, eller om det varierade mellan olika personer över tid. För att förstå detta bättre skulle man behöva komplettera det automatiska systemet med enkäter eller observationer på plats.

En möjlighet skulle också vara att koppla tallrikssvinnsdata till scheman för att identifiera specifika klasser eller grupper som slänger mer mat, vilket skulle göra det lättare att rikta åtgärder dit de behövs mest. Nivåerna av matsvinn varierar över tid och påverkas bland annat av vilken mat som serveras och hur den upplevs. I den här studien registrerades endast mängden svinn i vikt, men systemet skulle kunna utvecklas för att även känna av vad som faktiskt slängs, till exempel med hjälp av kameror och bildigenkänning. Det skulle ge mer detaljerad information om kopplingen mellan olika rätter och mängden matsvinn. På så sätt skulle gäster kunna få mer specifik återkoppling, till exempel hur mycket som slängdes av en viss rätt jämfört med förra gången den serverades. En potentiell förbättring vore även att visa genomsnittligt tallrikssvinn per person i stället för den totala mängden

svinn under dagen. Då skulle varje elevs handling påverka medelvärdet, och inte bara de sista eleverna på dagen som annars riskerar att framstå som orsaken till att målet överskrids. En annan möjlig förbättring av tallrikssvinnsmätarna som användes i studien vore att utöka mätningen till att även visa den verkliga kostnaden för matsvinnet, som föreslagits av Martin-Rios et al. (2023). Ett sådant tillvägagångssätt skulle vara särskilt relevant för verksamheter utanför den offentliga måltidssektorn, där gäster betalar för sina måltider själva. Genom att inkludera information om den ekonomiska kostnaden skulle tallrikssvinnsmätarna kunna ge en mer heltäckande bild av matsvinnets ekonomiska och miljömässiga påverkan. Detta skulle också kunna motivera gäster att minska sitt svinn, eftersom de tydligare skulle se den ekonomiska förlust som matsvinnet innebär.

5. Slutsatser

Automatiska system för att mäta matsvinn kan hjälpa skolor och kök att följa upp hur mycket mat som slängs. I den här studien visades att en tallrikssvinnsmätare kan mäta matsvinn ganska noggrant, med endast cirka 10 % skillnad jämfört med vad personalen räknade manuellt. Systemet vägde maten direkt från tallrikarna och visade också hur många elever som faktiskt slängde mat — vilket var runt 40 % färre än det totala antal elever som personalen hade skrivit upp. Det gjorde att de automatiska mätningarna visade ett 35 % högre matsvinn per elev än de manuella. Resultaten visar att automatiska system kan vara ett bra stöd till personalens egna mätningar och ge en tydligare bild av hur mycket mat som slängs. Om de också ger eleverna direkt återkoppling, till exempel i form av mängd svinn och miljöpåverkan, kan det hjälpa till att minska tallrikssvinnet ännu mer. Verktaget gav även gästerna möjlighet att ge feedback om varför de slängde mat. Det var dock utmanande att automatiskt koppla ihop orsakerna med det faktiska matsvinnet, vilket gjorde det svårt att tydligt se vilka anledningar som leder till att mat slängs. När automatiska verktyg för att mäta matsvinn blir vanligare är det viktigt att förstå hur resultaten skiljer sig från manuella mätningar.

En fördel med automatiska system är att de kan följa matsvinnet mer detaljerat. I den här studien visade det sig att en liten grupp elever (20 %) stod för en stor del av allt matsvinn (60 %). Om just den gruppen kunde halvera sitt matsvinn skulle det totala matsvinnet minska med 31 %. Det betyder att åtgärder som riktar sig specifikt till de elever som slänger mest mat kan göra stor skillnad. Hittills har skolor och beslutsfattare oftast använt samma kampanjer och information till alla elever, men resultaten i studien visar att det inte är särskilt effektivt. De flesta elever slänger väldigt lite eller ingen mat alls, så resurserna gör större nytta om de riktar mot den mindre grupp som faktiskt slänger mycket mat. Genom att fokusera på dessa elever och försöka påverka deras beteenden kan skolor bidra till ett mer hållbart livsmedelsystem med mindre matsvinn.

Referenser

- Abdelaal, A. H., McKay, G., & Mackey, H. R. (2019). Food waste from a university campus in the Middle East: Drivers, composition, and resource recovery potential. *Waste Management*, 98, 14–20.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.007>
- Antonschmidt, H., & Lund-Durlacher, D. (2021). Stimulating food waste reduction behaviour among hotel guests through context manipulation. *Journal of Cleaner Production*, 329, 129709. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129709>
- Aschemann-Witzel, J., Asiola, D., Banovic, M., Perito, M. A., Peschel, A. O., & Stancu, V. (2023). Defining upcycled food: The dual role of upcycling in reducing food loss and waste. *Trends in Food Science & Technology*, 132, 132–137.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.01.001>
- Bergquist, M., Thiel, M., Goldberg, M. H., & van der Linden, S. (2023). Field interventions for climate change mitigation behaviors: A second-order meta-analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(7), e2214851120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2214851120>
- Boschini, M., Falasconi, L., Giordano, C., & Alboni, F. (2018). Food waste in school canteens: A reference methodology for large-scale studies. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1024–1032. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.040>
- Brancoli, P., Lundin, M., Bolton, K., & Eriksson, M. (2019). Bread loss rates at the supplier–retailer interface: Analysis of risk factors to support waste prevention measures. *Resources, Conservation & Recycling*, 147, 128–136.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.04.027>
- Chancel, L. (2022). Global carbon inequality over 1990–2019. *Nature Sustainability*, 5(11), 931–938. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00955-z>
- Cozzio, C., Tokarchuk, O., & Maurer, O. (2021). Minimising plate waste at hotel breakfast buffets: An experimental approach through persuasive messages. *British Food Journal*, 123(10), 3208–3227. <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2021-0114>
- Dolnicar, S., Juvan, E., & Grün, B. (2020). Reducing the plate waste of families at hotel buffets: A quasi-experimental field study. *Tourism Management*, 80, 104103.
<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104103>
- Eriksson, M., Christensen, J., & Malefors, C. (2023). Making food waste illegal in Sweden: Potential gains from enforcing best practice in the public catering sector. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 229–237.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.003>

- Eriksson, M., Malefors, C., Callewaert, P., Hartikainen, H., Pietiläinen, O., & Strid, I. (2019). What gets measured gets managed—or does it? Connection between food waste quantification and reduction in the hospitality sector. *Resources, Conservation & Recycling*, X, 4, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100021>
- Eriksson, M., Osowski, C. P., Malefors, C., Björkman, J., & Eriksson, E. (2017). Quantification of food waste in public catering services: A case study from a Swedish municipality. *Waste Management*, 61, 415–422. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.035>
- Eriksson, M., Strid, I., & Hansson, P.-A. (2014). Waste of organic and conventional meat and dairy products: A case study from Swedish retail. *Resources, Conservation & Recycling*, 83, 44–52. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.11.011>
- Fraternali, P., Cellina, F., Herrera Gonzales, S. L., Melenhorst, M., Novak, J., Pasini, C., Rottondi, C., & Rizzoli, A. E. (2019). Visualizing and gamifying consumption data for resource saving: Challenges, lessons learnt and a research agenda for the future. *Energy Informatics*, 2(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s42162-019-0093-z>
- Froehlich, J., Findlater, L., & Landay, J. (2010). The design of eco-feedback technology. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1999–2008). ACM. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753629>
- Förenta nationerna. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development.
- Gosnell, G. K., & Bazilian, M. D. (2021). Changing behaviour is the key to solving the climate challenge. *Nature Human Behaviour*, 5, 294. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-01047-8>
- Gram-Hanssen, K. (2014). New needs for better understanding of households' energy consumption: Behaviour, lifestyle or practices? *Architectural Engineering and Design Management*, 10(1–2), 91–107. <https://doi.org/10.1080/17452007.2013.837251>
- Guillen, G., Hamari, J., & Quist, J. (2021). Gamification of sustainable consumption: A systematic literature review. In *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2021.163>
- IPCC. (2019). Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.
- Juvan, E., Grün, B., & Dolnicar, S. (2017). Biting off more than they can chew: Food waste at hotel breakfast buffets. *Journal of Travel Research*, 57(2), 232–242. <https://doi.org/10.1177/0047287516688321>
- Kallbekken, S., & Sælen, H. (2013). Nudging hotel guests to reduce food waste as a win–win environmental measure. *Economics Letters*, 119(3), 325–327. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.03.019>
- Koivisto, J., & Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems: A review of gamification research. *International Journal of Information Management*, 45, 191–210. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.10.013>

- Leverenz, D., Moussawel, S., Hafner, G., & Kranert, M. (2020). What influences buffet leftovers at event caterings? A German case study. *Waste Management*, 116, 100–111. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.029>
- Livsmedelsverket. (2020). Handbok för minskat matsvinn – för verksamheter inom vård, skola och omsorg. Livsmedelsverket.
- Livsmedelsverket. (2021). Matsvinn i kommunala förskolor, skolor och äldreboenden – Kartläggning av matsvinnet 2020 (L 2921 Nr 22). Livsmedelsverket.
- Malefors, C. (2022). Food waste reduction in the public catering sector [Doctoral dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences].
- Malefors, C., Callewaert, P., Hansson, P.-A., Hartikainen, H., Pietiläinen, O., Strid, I., Strotmann, C., & Eriksson, M. (2019). Towards a baseline for food-waste quantification in the hospitality sector: Quantities and data processing criteria. *Sustainability*, 11(13), 3541. <https://doi.org/10.3390/su11133541>
- Malefors, C., Strid, I., Hansson, P.-A., & Eriksson, M. (2021). Potential for using guest attendance forecasting in Swedish public catering to reduce overcatering. *Sustainable Production and Consumption*, 25, 162–172. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.08.008>
- Malefors, C., Sundin, N., Tromp, M., & Eriksson, M. (2022). Testing interventions to reduce food waste in school catering. *Resources, Conservation & Recycling*, 177, 105997. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105997>
- Manomaivibool, P., Chart-asa, C., & Unroj, P. (2016). Measuring the impacts of a Save Food campaign to reduce food waste on campus in Thailand. *Applied Environmental Research*, 38(2), 13–22. <https://doi.org/10.35762/AER.2016.38.2.2>
- Martin-Rios, C., Rogenhofer, J., & Sandoval Alvarado, M. (2023). The true cost of food waste: Tackling the managerial challenges of the food supply chain. *Trends in Food Science & Technology*, 131, 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.12.005>
- Meier, T., von Borstel, T., Welte, B., Hogan, B., Finn, S. M., Bonaventura, M., Friedrich, S., Weber, K., & Dräger de Teran, T. (2021). Food waste in healthcare, business and hospitality catering: Composition, environmental impacts and reduction potential. *Sustainability*, 13(6), 3288. <https://doi.org/10.3390/su13063288>
- Obersteiner, G., Gollnow, S., & Eriksson, M. (2021). Carbon footprint reduction potential of waste management strategies in tourism. *Environment and Development*, 39, 100617. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2021.100617>
- Pinto, R. S., Pinto, R. M. dos S., Melo, F. F. S., Campos, S. S., & Cordovil, C. M.-S. (2018). A simple awareness campaign to promote food waste reduction in a university canteen. *Waste Management*, 76, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.02.044>
- Qi, D., Li, R., Penn, J., Houghtaling, B., Prinyawiwatkul, W., & Roe, B. E. (2022). Nudging greater vegetable intake and less food waste: A field experiment. *Food Policy*, 112, 102369. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2022.102369>
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2002). Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press.

- Raworth, K. (2012). A safe and just space for humanity: Can we live within the doughnut? Oxfam Discussion Papers.
- Richardson, R., Prescott, M. P., & Ellison, B. (2021). Impact of plate shape and size on individual food waste in a university dining hall. *Resources, Conservation & Recycling*, 168, 105293. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105293>
- Roe, B. E., Qi, D., Beyl, R. A., Neubig, K. E., Apolzan, J. W., & Martin, C. K. (2022). A randomized controlled trial to address consumer food waste with a technology-aided tailored sustainability intervention. *Resources, Conservation & Recycling*, 179, 106121. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106121>
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., Godfray, H. C. J., Tilman, D., Rockström, J., & Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562, 519–525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Thiagarajah, K., & Getty, V. M. (2013). Impact on plate waste of switching from a tray to a trayless delivery system in a university dining hall and employee response to the switch. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(1), 141–145. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.07.004>
- United Nations Environment Programme. (2021). Food Waste Index Report 2021.
- Vidal-Mones, B., Diaz-Ruiz, R., & Gil, M. J. (2022). From evaluation to action: Testing nudging strategies to prevent food waste in school canteens. *Waste Management*, 140, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.006>
- Wasserstein, R. L., Schirm, A. L., & Lazar, N. A. (2019). Moving to a world beyond “ $p < 0.05$.” *The American Statistician*, 73(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/00031305.2019.1583913>
- Whitehair, K. J., Shanklin, C. W., & Brannon, L. A. (2013). Written messages improve edible food waste behaviors in a university dining facility. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(1), 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.09.015>
- WWF Germany. (2020). Collection and recording of food waste from out-of-home catering: Overview of policy frameworks and existing recording tools.
- Xue, L., Liu, G., Parfitt, J., Liu, X., van Herpen, E., Stenmarck, Å., O'Connor, C., Östergren, K., & Cheng, S. (2017). Missing food, missing data? A critical review of global food losses and food waste data. *Environmental Science & Technology*, 51(12), 6618–6633. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00401>