Hva kan vi lære av forskning på lukket legemiddelsløyfe?

Hege Sletvold
Faggruppeleder, Førsteamanuensis i farmasi
Hege.sletvold@nord.no
www.nord.no

Bakgrunn

- Vi har fått støtte til å evaluere lukket legemiddelsløyfe (LLS) i sykehjem:
  - Bevilgning: 14,9 mill NOK fra Norges forskningsråd (Innovasjonsprosjekt Helse)

Hvorfor dette prosjektet?

Kan en lukket legemiddelsløyfe bidra til:

- ✓ Styrket pasientsikkerhet?
- ✓ Tryggere legemiddelhåndtering?
- ✓ Mer effektiv ressursbruk?
- ✓ Bedre sporbarhet?
- ✓ Mer bærekraftige tjenester i sykehjem?

Mål

Utvikle en kunnskapsbasert veileder for:

- implementering
- gevinstrealisering
- videre spredning av LLS i kommunal sektor

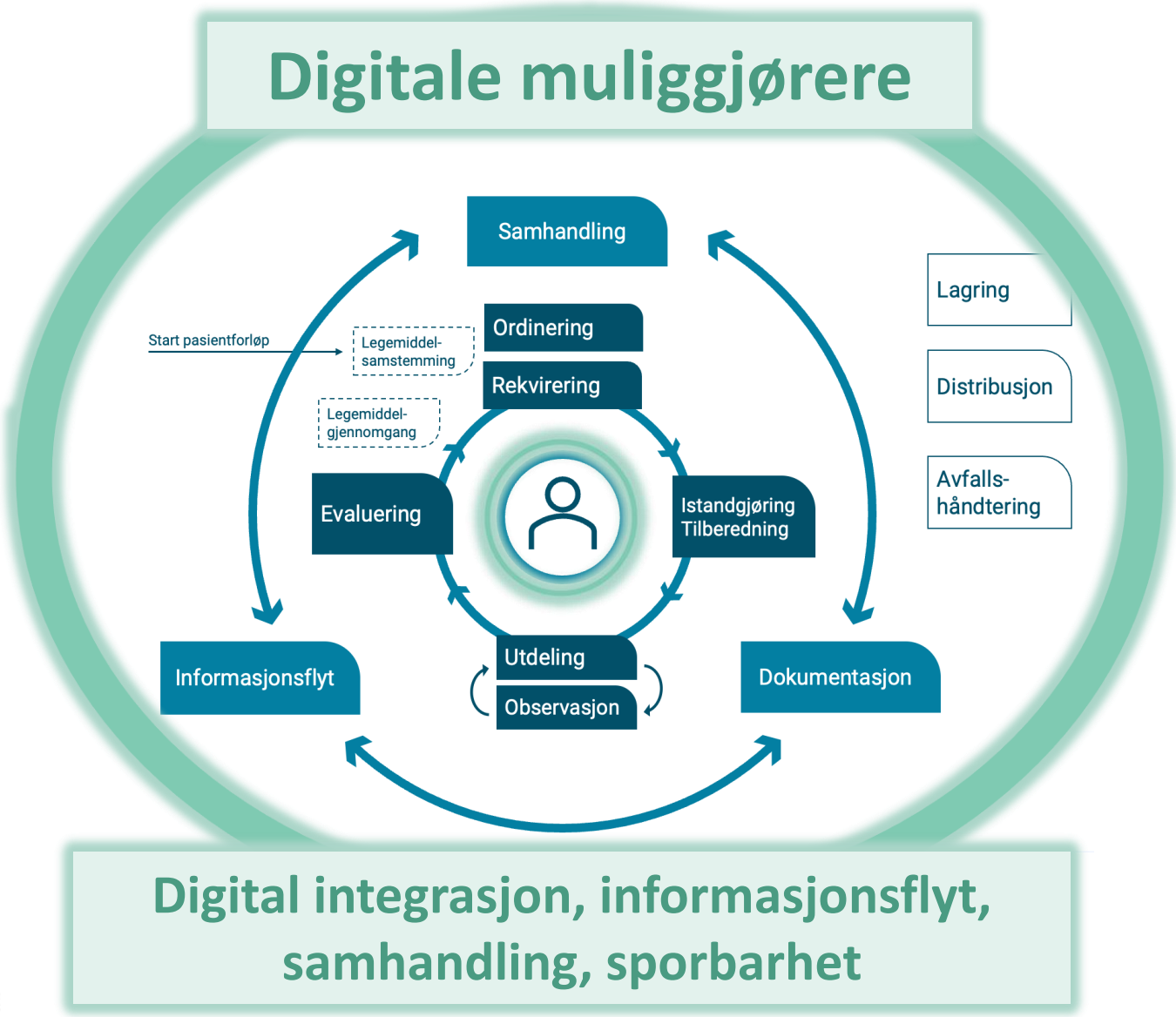
Lukket legemiddelsløyfe (LLS) – Hva er det?

- For å kunne evaluere LLS må vi først forstå hva konseptet innebærer
- **Hva sier forskningen?**



LLS har utviklet seg fra teknologi i enkeltledd til et integrert sosioteknisk system som kombinerer digitale verktøy, arbeidsprosesser og tverrprofesjonelt samarbeid for å styrke legemiddelsikkerheten

Konseptuell syntese av forskning om LLS



Digitale muliggjørere:

Informasjon/dokumentasjonsstøtte
- Elektronisk ordinering
- Elektronisk legemiddelkurve (eMAR)
- Reseptformidleren
- Deling av informasjon mellom nivåer

Beslutning-/kvalitetsstøtte
- Klinisk beslutningsstøtte
- Interaksjonskontroll
- Dosekontroll
- Automatisk risikovarsling
- Farmasøytisk validering
- Legemiddelgjennomgang

Logistikk-/administrasjonsstøtte
- Automatiserte legemiddellagre
- Enhetsdosepakking
- Robotisert dispensering
- Strekkodekontroll
- Elektronisk registrering av utdeling
- Smarte infusjonspumper

Lukket legemiddelsløyfe:
Et integrert sosioteknisk system som kobler sammen mennesker, arbeidsprosesser og digitale verktøy for å sikre informasjonsflyt, samhandling og sporbarhet gjennom hele legemiddelprosessen.

NORD universitet

www.nord.no

Konseptuell syntese basert på Franklin (2007), Ovesen (2017), Zheng (2021), Shermock (2023) og Chiang (2026).

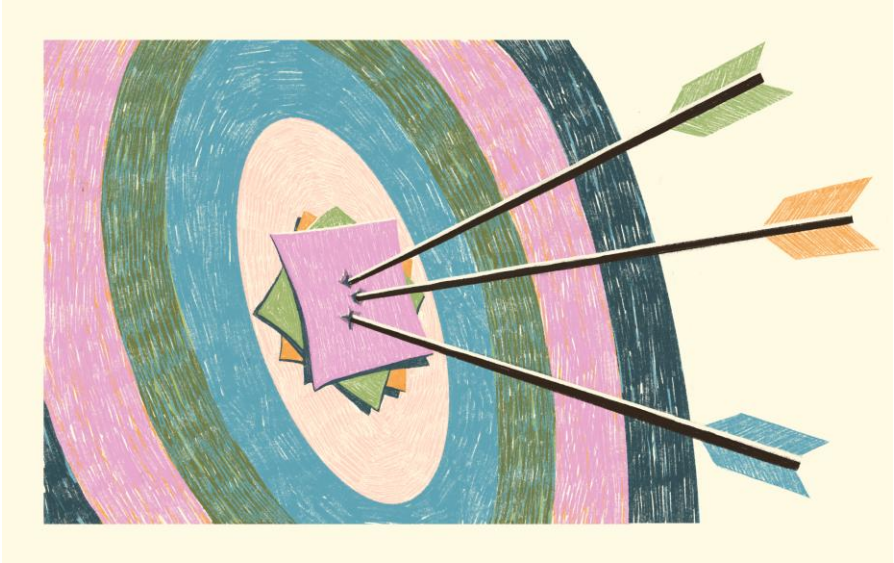
Hva kan vi lære av forskning på LLS?

Hensikt

Å undersøke hva forskning sier om LLS, med fokus på rapporterte gevinster og hvilke kliniske kontekster og settinger som er undersøkt

Delmål

- Beskrive hvilke kontekster og settinger LLS er studert i
- Kartlegge rapporterte gevinster og utfall knyttet til LLS
- Identifisere kunnskapshull og behov for videre forskning



Metode

Scoping review

- JBI-metode (Peters et al 2020)
- Søk i PubMed og EmBase
- Sykehus og sykehjem/kommunal helse-og omsorg
- Fokus på integrerte LLS-systemer
- Fagfellevurderte engelskspråklige artikler

Utvalg

✅ Implementerings- og evalueringsstudier

❌ Studier av enkeltteknologier utenfor LLS-kontekst



Kunnskapsgrunnlag

Referanse	Setting/kontekst	LLS kjennetegn
(Franklin et al., 2007)	Sykehus, kirurgisk sengepost (Storbritannia)	Integrert legemiddelprosess
(Hwang et al., 2016)	Sykehus, generelle sengeposter (Sør-Korea)	Pasient- og legemiddelverifisering
(Foo et al., 2017)	Universitetssykehus (Singapore)	Kvalitetssikring og feilidentifisering
(Austin et al., 2018)	Sykehus (Australia)	Elektronisk legemiddelhåndtering
(Shi et al., 2018)	Universitetssykehus, generelle sengeposter (Kina)	Lukket legemiddeladministrasjon med strekkodeskanning
(Burkoski et al., 2019)	Sykehus (Canada)	Full prosessintegrasjon
(Berger et al., 2022)	Universitetssykehus (Tyskland)	Farmasøytisk kvalitetssikring
(Yin et al., 2024)	Tertiærsykehus (Kina)	Integrert arbeidsflyt
(Au-Doung et al., 2025)	**Sykehjem/langtidsomsorg (Hong Kong)**	Integrert i langtidsomsorg
(Chen et al., 2026)	Tertiærsykehus, revmatologi/immunologi (Kina)	Legemiddelsikkerhet og oppfølging
(Chiang et al., 2026)	Tertiærsykehus, akuttmottak (Taiwan)	Sporbarhet og automatisering

- 10 studier gjennomført i sykehus
- **Kun 1 studie gjennomført i sykehjem/langtidsomsorg**
- LLS fremstår ikke som én enkelt intervensjon, men som et spekter av løsninger med ulik grad av integrasjon

Gevinster: **Pasientsikkerhet**

Utfallsmål	Resultat	Referanser
Forskrivningsfeil	**3,8 % → 2,0 % (p < 0,001)**	(Franklin et al., 2007)
Administrasjonsfeil	**7,0 % → 4,3 % (p = 0,005)**	
Manglende kontroll av pasientidentitet	**82,6 % → 18,9 % (p < 0,001)**	
Uønskede legemiddelhendelser (ADE)	Gradvis reduksjon på 0,002 prosentpoeng per måned etter BCMA (p = 0,003) og umiddelbar reduksjon på 0,010 prosentpoeng etter CLMS (p = 0,020)	(Burkoski et al., 2019)
Legemiddelfeil (medication errors)	Signifikant reduksjon (p<0,01)	(Yin et al., 2024)
Ordinasjonsverifikasjon og pasientidentifikasjon	Signifikant forbedring	
Potensielle administrasjonsfeil	Automatiske varsler identifiserte feil pasient, seponerte legemidler, feil dato/tidspunkt og overdosering	(Hwang et al., 2016)

Den mest konsistente gevinsten på tvers av studiene er forbedret pasientsikkerhet.

Gevinster: **Legemiddelkvalitet og kliniske utfall**

Utfallsmål	Resultat	Referanser
Hensiktsmessig forskrivning	**44 % → 86 %**	(Chen et al., 2026)
Uhensiktsmessig legemiddelbruk (PIM)	**58 % → 16 %**	
Bivirkninger (ADR)	**24 % → 8 %**	
Etterlevelse av legemiddelbehandling	90 %	
Pasienttilfredshet	96 %	
Systematisk legemiddelgjennomgang (LMG)	Farmasøytiske intervensjoner i 20% av LMG	(Berger et al., 2022)
Kompetanse i legemiddelhåndtering	Signifikant forbedring i registrering, oppslag og håndtering av legemidler ($p < 0,001$)	(Au-Doung et al., 2025)

Nyere LLS-systemer ser ut til å støtte bedre legemiddelbehandling, ikke bare færre feil.

Gevinster: **Arbeidsflyt, effektivitet og ressursbruk**

Utfallsmål	Resultat	Referanser
Tidsbruk til legemiddeladministrasjon	**31,6 → 18,7 minutter (p < 0,001)**	(Shi et al., 2018)
Tid fra ordinasjon til administrasjon	**120 → 35 minutter (p < 0,001)**	(Austin et al., 2018)
Tidlig administrasjon av legemidler	59 % høyere sannsynlighet for administrasjon innen 30 minutter (aOR 1,59)	(Chiang et al., 2026)
Kompetanse blant ansatte	Signifikant forbedring etter implementering (p < 0,001)	(Au-Doung et al., 2025)
Kostnad per håndtert dose	HKD 2,00 → HKD 0,74 (−63 %)	
Daglige personellkostnader	HKD 2,57 mill. → HKD 0,95 mill. (−63 %)	
Produktivitet	18,9 → 51,9 doser håndtert per 10 minutter (p = 0,02)	

LLS kan bidra til raskere arbeidsflyt, økt produktivitet og redusert ressursbruk.

Gevinster: **Sporbarhet og prosesskontroll**

Utfallsmål	Resultat	Referanser
Kontroll av legemiddel, dose, pasient, tid og administrasjonsvei	**Elektronisk sporbarhet gjennom hele administrasjonsprosessen**	(Chiang et al., 2026)
Lagerstyring	**Sanntids lagerstatus og automatiske etterbestillinger**	(Chiang et al., 2026)
Ordinasjonsverifikasjon	Forbedret kontroll og verifikasjon av ordinasjoner	(Yin et al., 2024)
Pasientidentifikasjon	Betydelig økt kontroll av pasientidentitet før administrasjon	(Franklin et al., 2007)
Radio Frequency ID-basert overvåkning	Sanntids varsling ved feil pasient, feil tidspunkt, seponerte legemidler og overdosering	(Hwang et al., 2016)
Elektronisk dokumentasjon	Integrert dokumentasjon gjennom ordinering, dispensering og administrasjon	(Franklin et al., 2007) (Berger et al., 2022)

LLS styrker sporbarhet, kontroll og dokumentasjon gjennom hele legemiddelprosessen.

Hva vet vi om utfordringene ved LLS?

Utfordring	Referanse
Workarounds (omgåelsesstrategier)	(Roberts et al., 2023)
Brukervennlighet	(Khalil et al., 2026)
Teknologiske begrensninger og behov for manuelle prosedyrer	(Hwang et al., 2016)
LLS eliminerer ikke alle feil og kan introdusere nye risikofaktorer	(Foo et al., 2017)
Kommunikasjon og samhandling er fortsatt årsaker til legemiddelfeil	(Yin et al., 2024)
Organisatoriske og arbeidsprosessrelaterte utfordringer ved implementering	(Zheng et al., 2021)

LLS er ikke bare et teknologisk tiltak.
Gevinstene avhenger av arbeidsflyt, samhandling, organisering, kompetanse og kontinuerlig kvalitetsforbedring.

Kunnskapshull og behov for videre forskning

- Få studier fra kommunehelsetjenesten
- Ulik forståelse og operasjonalisering av LLS
- Begrenset forskning på hele den integrerte legemiddelprosessen
- Begrenset kunnskap om implementering og gevinstrealisering
- Behov for mer forskning på arbeidsprosesser, samhandling og brukerperspektiver
- Få langtidsstudier av effekter og bærekraft



Behovet fremover er ikke bare mer teknologi, men mer kunnskap om
hvordan integrerte LLS-løsninger kan implementeres, brukes og skape gevinster

Hvordan kan MedSafeLoop bidra?

- Hvordan LLS kan operasjonaliseres i sykehjem
- Hvilke gevinster som kan realiseres i kommunehelsetjenesten
- Hvilke implementeringsutfordringer som oppstår
- Hvordan gevinster kan dokumenteres og realiseres
- Hvordan erfaringene kan omsettes til en veileder for implementering



Referanser

- Au-Doung, P. L. W., Chau, H. C., et al. (2025). Implementation of an Electronic Medication Management System in 41 Residential Care Homes in Hong Kong: Pre-Post Interventional Study. *JMIR Aging*, *8*, e79262. https://doi.org/10.2196/79262
- Austin, J. A., Smith, I. R., & Tariq, A. (2018). The impact of closed-loop electronic medication management on time to first dose: a comparative study between paper and digital hospital environments. *Int J Pharm Pract*, *26*(6), 526–533. https://doi.org/10.1111/ijpp.12432
- Berger, V., Sommer, C., Boje, P., et al. (2022). The impact of pharmacists' interventions within the Closed Loop Medication Management process on medication safety: An analysis in a German university hospital. *Front Pharmacol*, *13*, 1030406. https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1030406
- Burkoski, V., Yoon, J., Solomon, S., et al. (2019). Closed-Loop Medication System: Leveraging Technology to Elevate Safety. *Nurs Leadersh (Tor Ont)*, *32*(Sp), 16–28. https://doi.org/10.12927/cjnl.2019.25817
- Chen, D., Feng, J., Chen, Z., & Chen, M. (2026). Closed-loop medication safety management reduces inappropriate medication in elderly patients with rheumatic and immunologic diseases. *Medicine (Baltimore)*, *105*(1), e46512. https://doi.org/10.1097/md.0000000000046512
- Chiang, C. Y., Cheng, C. I., Chen, Y. W., et al. (2026). Impact of automated dispensing cabinets on medication administration efficiency in the emergency department. *BMC Emerg Med*, *26*(1). https://doi.org/10.1186/s12873-026-01600-0
- Foo, G. T. T., Tan, C. H., Hing, W. C., & Wu, T. S. (2017). Identifying and quantifying weaknesses in the Closed Loop Medication Management System in reducing medication errors using a direct observational approach at an academic medical centre. *Journal of pharmacy practice and research*, *47*(3), 212–220. https://doi.org/10.1002/jppr.1235
- Franklin, B. D., O'Grady, K., Donyai, P., Jacklin, A., & Barber, N. (2007). The impact of a closed-loop electronic prescribing and administration system on prescribing errors, administration errors and staff time: a before-and-after study. *Qual Saf Health Care*, *16*(4), 279–284. https://doi.org/10.1136/qshc.2006.019497
- Hwang, Y., Yoon, D., Ahn, E. K., et al.(2016). Provider risk factors for medication administration error alerts: analyses of a large-scale closed-loop medication administration system using RFID and barcode. *Pharmacoepidemiol Drug Saf*, *25*(12), 1387–1396. https://doi.org/10.1002/pds.4068
- Khalil, V., Dixon, M., Rattle, A., & Ngo, J. (2026). Improving Patient Safety Through EMR-smart Pump Interoperability: A Mixed-methods Study in an Australian Health Service. *Comput Inform Nurs*, *44*(9). https://doi.org/10.1097/cin.0000000000001514
- Ovesen, H. B., Wekre, L. J., & Klevan, I. (2017). Medication supply in closed loop medication - Conceptual understanding and prerequisites. *CEUR Workshop Proceedings*.
- Peters, M. D. J., Marnie, C., Tricco, A. C., et al. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBI Evid Synth*, *18*(10), 2119–2126. https://doi.org/10.11124/jbies-20-00167
- Roberts, H. I., Kinlay, M., Debono, D., et al. (2023). Nurses' Medication Administration Workarounds when Using Electronic Systems: An Analysis of Safety Incident Reports. *Stud Health Technol Inform*, *304*, 57–61. https://doi.org/10.3233/shti230369
- Shermock, S. B., Shermock, K. M., & Schepel, L. L. (2023). Closed-Loop Medication Management with an Electronic Health Record System in U.S. and Finnish Hospitals. *Int J Environ Res Public Health*, *20*(17). https://doi.org/10.3390/ijerph20176680
- Shi, L.-P., Liu, C.-H., Cao, J.-F., et al. (2018). Development and application of a closed-loop medication administration system in University of Hongkong-Shenzhen Hospital. *Frontiers of Nursing*, *5*(2), 105–109. https://doi.org/10.2478/fon-2018-0014
- Yin, X., Song, H., Lu, J., et al. (2024). Effect of a closed-loop medication order executive system on safe medication administration at a tertiary hospital: a quasi-experimental study. *Ther Adv Drug Saf*, *15*, 20420986241288421. https://doi.org/10.1177/20420986241288421
- Zheng, W. Y., Lichtner, V., Van Dort, B. A., & Baysari, M. T. (2021). The impact of introducing automated dispensing cabinets, barcode medication administration, and closed-loop electronic medication management systems on work processes and safety of controlled medications in hospitals: A systematic review. *Res Social Adm Pharm*, *17*(5), 832–841. https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.08.001

Takk for oppmerksomheten!

