

## **PONDUS**

PONDUS er et verktøy utviklet av SINTEF Teknologi og Samfunn i samarbeid med Jernbaneverket og prosjektet PEMRO. PONDUS er et støtteverktøy for å analysere togenes forsinkelsesmønster underveis på en strekning. Det er lagt vekt på å gjøre verktøyet så brukervennlig og åpent som mulig, slik at en ikke trenger ekspertkunnskaper for å bruke det til enkle analyser som kan benyttes som beslutningsunderlag.

Metoden tar utgangspunkt i registreringer av antall minutter hvert enkelt tog er i uttakt med ruteplanen på hver enkelt stasjon på en strekning. For de stasjoner hvor det ikke foreligger registreringer vil PONDUS automatisk legge inn siste registrerte stasjonsverdi, slik at en kan se hvordan avvik har utviklet seg underveis i ruten. En kan også se om problemer oppstår på noen stasjoner, ettersom det er mulig å legge inn data for både ankomst og avgang for en stasjon. En rekke forskjellige oversiktsgrafer kan genereres.

Verktøyet PONDUS kan brukes ved videre arbeid med spesifisering og testing av uttrekk og presentasjonsformer. Verktøyet er likevel ikke særlig fleksibelt og er bare delvis tilpasset dagens analysebehov. En fremtidig "analysemodul" for TIOS-data kommer sannsynligvis ikke å bokstavelig talt være basert på PONDUS, men kan bli basert på erfaringer fra PONDUS.

PONDUS er fremst brukt med på data fra TIOS., men også andre datakilder kan brukes. Den type analyser som diskuteres her gjøres av data som typisk er mellom en dag og et år gamle. Dersom data fra TIOS lagres i en "off line" database, kan uttrekk og analyser gjøres fra en annen base enn selve TIOS-basen. Dette er spesielt aktuelt dersom det er ønskelig å sikre responstid og driftsstabilitet i de operative funksjonene av TIOS-systemet.

PONDUS kan også brukes til brukes statistiske analyser av data fra TIOS. Dette er blant annet analyser av variasjonen i ankomstforsinkelse over tid for utvalgte tognummer.

### **1 Bruk av PONDUS**

Kjernen i PONDUS er arkfaner i excell der man klipper inn data fra TIOS (eller andre kilder som ANNA, manuelle registreringer etc.).

Det kan lages statistikkrapporter i TIOS som gir et format som kan klippes direkte inn i PONDUS. Når dette skrives må slike statistikkrapporter lages hos hver enkelt TIOS-bruker. Ta kontakt ved behov.

Ved åpning av en PONDUS-fil kommer spørsmål om "update". Normalt skal man svare "Don't update" eller tilsvarende på norsk (Ikke oppdater). I spesialtilfeller kan man hente data direkte fra andre excell-ark.

Det finnes både en generell versjon av PONDUS, som kan tilpasses alle typer av strekninger, og ferdige versjoner for Bergens-, Sørlands-, og Dovrebanene. Nedenfor vises et eksempel fra Sørlandsbanen.

	År: 2007		Tognr						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stavanger									
Sandnes									
Ganddal									
Klepp									
Bryne									
Nærbø									
Varhaug									
Vigrestad									
Brusand									
Ogna									
Hellvik									
Egersund									
Helleland									
Ualand									

**Figur 1. Området der punktlighetsregistreringer legges inn i PONDUS**

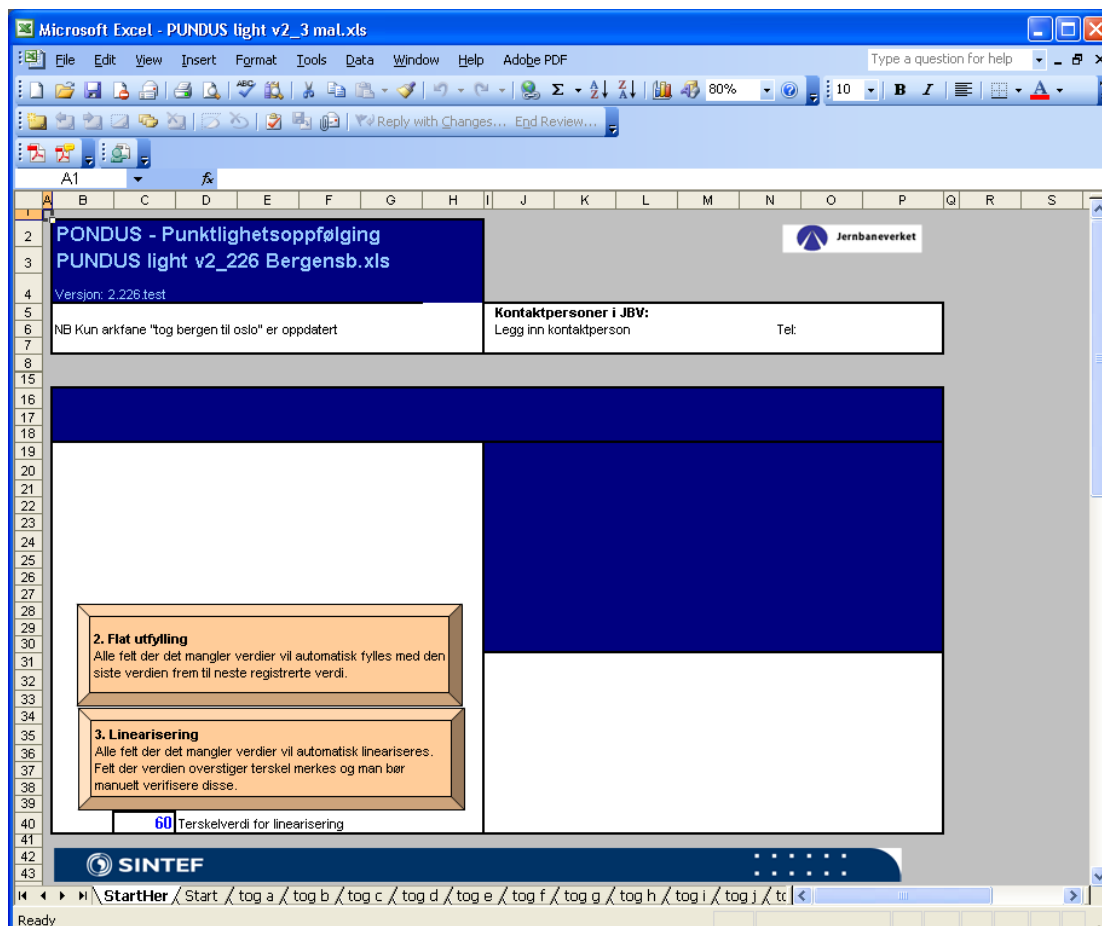
De data som legges inn i PONDUS kan komme fra tabellen Toghendelsesforløp i TIOS, eller fra en definert statistikkrapport. Dersom man bruker Toghendelsesforløp må man klippe ut en tallrekke for hver dag et tog går. Ved bruk av statistikkrapport kan man ta ut data fra flere dager. Ulempen med å bruke statistikkrapport er at det er vanskelig å håndtere både ankomsttider og avgangstider. Ved bruk av kun avgangstider er statistikkrapport godt egnet.

Stasjon \ Tognr	År: 2007		Tognr		3007					
	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1
Egersund	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Hellvik ank	1	0	0	1	4	1	0	1	0	1
Hellvik avg	0	0	1	3	1	1	2	0	2	0
Sirevåg										1
Ogna	1	0	2	4	2	2	3	1	3	1
Brusand	1	0	2	4	2	2	4	1	3	2
Vigrestad										
Varhaug	1	0	3	4	0	2	4	2	3	2
Nærbø ank	0	-1	1		0	1	3	0	1	0
Nærbø avg	0	0	3	2	0	0	4	5	5	0
Bryne ank	1	0	4	2	1	1	5	5	6	1
Bryne avg	1	1	4	2	1	1	5	5	6	3
Klepp	2	2	5	3	1	2	6	6	7	4
Øknevadp.	2	2	5	3	2	2	7	6	7	5
Ganddal										
Sandnes ank	1	1	5	3	1	1	6	5	6	4
Sandnes Avg	1	1	5	3	2	2	7	6	6	4
Sandnes S	0	0	3	2	0	0	5	5	5	3
Mariero	0	0	3	1	0	1	5	4	5	3
Hillevåg	0	0	3	-1	0	0	5	4	4	2
Stavanger	-2	-2	0	-2	-2	-2	3	1	1	0

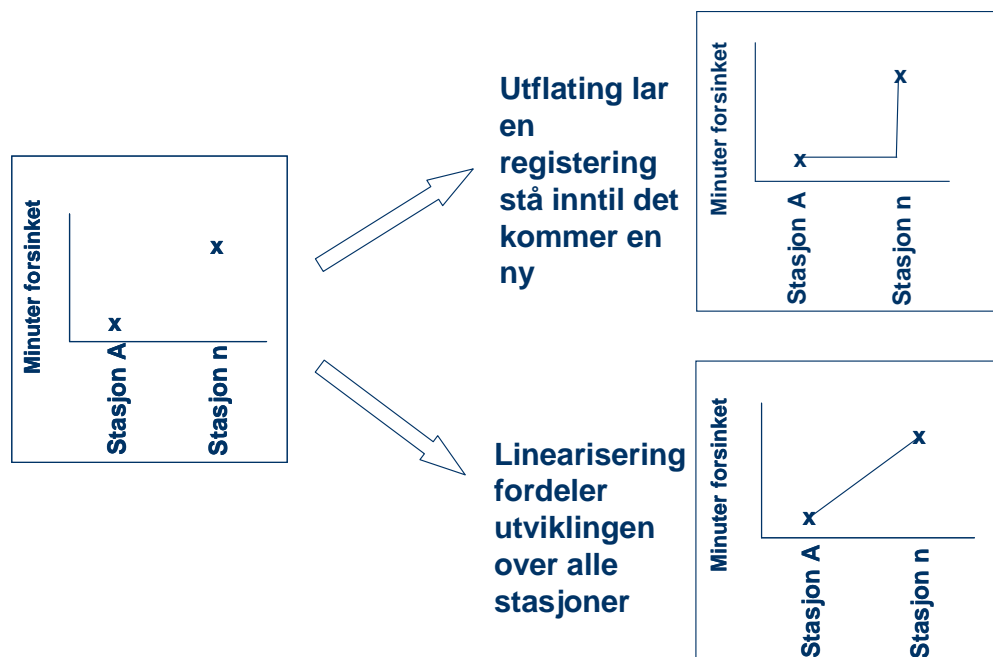
**Figur 2 Eksempel på registreringer fra TIOS på Jærbanen**

## 1.1 Linearisering og utflatning

For å kunne lage grafer er det laget to funksjoner som fyller ut verdier for stasjoner der det ikke er registreringer. Ved bruk av "linearisering" tar man utgangspunkt i de to registreringene før og etter "hull" i data. Endringen mellom de to registreringene fordeles så lineært mellom stasjonene uten data. Erfaringer tilsier at hovedinntrykket av punktligheten over en strekning er likt for utflatet og linearisert.



Figur 3 Arkfane "StartHer". Her velges Flat utfylling eller Linearisering



**Figur 4** Behovet for linearisering eller utflating oppstår når det ikke er registreringer ved alle stasjoner for alle tog. Utgangspunktet er registrering ved to stasjoner, men ikke de imellom

Når man har lagt inn registreringer fra TIOS, kan man gå til akrfanen ”StartHer” for å automatisk fylle ut tomme celler i regnearket. Etter å ha gjort det så ser regnearket vist i Figur 2 ut som vist i Figur 5. Røde tatt er utfyllet automatisk av PONDUS. Merk at tallene er avrundet.

Stasjon \ Tognr	År: 2007		Tognr 3007							
	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1
Egersund	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Hellvik ank	1	0	0	1	4	1	0	1	0	1
Hellvik avg	0	0	1	3	1	1	2	0	2	0
Sirevåg	0	0	2	3	2	1	3	1	2	1
Ogna	1	0	2	4	2	2	3	1	3	1
Brusand	1	0	2	4	2	2	4	1	3	2
Vigrestad	1	0	2	4	2	2	4	1	3	2
Varhaug	1	0	3	4	0	2	4	2	3	2
Nærbø ank	0	-1	1	2	0	1	3	0	1	0
Nærbø avg	0	0	3	2	0	0	4	5	5	0
Bryne ank	1	0	4	2	1	1	5	5	6	1
Bryne avg	1	1	4	2	1	1	5	5	6	3
Klepp	2	2	5	3	1	2	6	6	7	4
Øknevadp.	2	2	5	3	2	2	7	6	7	5
Ganddal	1	1	5	3	2	2	7	6	6	4
Sandnes ank	1	1	5	3	1	1	6	5	6	4
Sandnes Avg	1	1	5	3	2	2	7	6	6	4
Sandnes S	0	0	3	2	0	0	5	5	5	3
Mariero	0	0	3	1	0	1	5	4	5	3
Hillevåg	0	0	3	-1	0	0	5	4	4	2
Stavanger	-2	-2	0	-2	-2	-2	3	1	1	0

**Figur 5** Eksempel på registreringer fra TIOS på Jærbanen etter utført linearisering

## 1.2 Andel tog i rute

For å kunne vise punktlighet etter hele strekningen kan PONDUS beregne andel tog i rute. Det gjøres i arkfanen "StartHer" ved å klikke på "Generer andel forsinkede tog". man kan også sette grensen for når tog er forsinket

**3** Grense a andel forsinkede tog  
Konstanten generer graf %-andel tog mindre enn eller lik a minutter forsinket

**5** Grense b andel forsinkede tog  
Konstanten generer graf %-andel tog mindre enn eller lik b minutter forsinket

**Generer Andel forsinkede tog**

**Figur 6. Beregning av andel tog i rute. Dette er samme beregning som i vanlig punktlighetsstatistikk, men for hele strekningen, ikke kun avgang og endestasjon**

Man kan velge to ulike grenseverdier for beregning av punktlighet. PONDUS beregner begge samtidig. Men man kan velge hvilken man siden vil bruke, eller bruke begge. Ved at det finnes to verdier kan man eksempelvis skille på interne krav (i noen tilfelle 1 minutt) og det offisielle (3 eller 5 minutter). Man kan også bruke en høyere verdi for en av grensene, som representerer "kritisk forsinkelse" ved eksempelvis forbindelser videre for gods eller reisende.

[antall]	[antall]	[antall]	[antall]	[minutter]	[prosent]	[prosent]	[minutter]	[minutter]
Tot antall tog registrert	Gjennomsnitt forsinkelse i minutter	Antall tog registrert > konst a	Antall tog registrert > konst b	Total forsinkelse	Andel tog i rute > konst a	Andel tog i rute > konst b	Standardavvik	Endring fra stasjon før snitt
10	0,3	0	0	3,0	100 %	100 %	0,67	
10	0,9	1	0	9,0	90 %	100 %	1,20	0,60
10	1,0	0	0	10,0	100 %	100 %	1,05	0,10
10	1,5	0	0	15,0	100 %	100 %	1,08	0,50
10	1,9	1	0	19,0	90 %	100 %	1,20	0,40
10	2,1	2	0	21,0	80 %	100 %	1,29	0,20
10	2,1	2	0	21,0	80 %	100 %	1,29	0,00
10	2,1	2	0	21,0	80 %	100 %	1,45	0,00
10	0,7	0	0	7,0	100 %	100 %	1,16	-1,40
10	1,9	3	0	19,0	70 %	100 %	2,18	1,20
10	2,6	4	1	26,0	60 %	90 %	2,17	0,70
10	2,9	4	1	29,0	60 %	90 %	1,97	0,30
10	3,8	5	3	38,0	50 %	70 %	2,10	0,90
10	4,1	5	3	41,0	50 %	70 %	2,13	0,30
10	3,7	5	3	37,0	50 %	70 %	2,21	-0,40
10	3,3	5	2	33,0	50 %	80 %	2,16	-0,40
10	3,7	5	3	37,0	50 %	70 %	2,21	0,40
10	2,3	3	0	23,0	70 %	100 %	2,21	-1,40
10	2,2	3	0	22,0	70 %	100 %	2,04	-0,10
10	1,7	3	0	17,0	70 %	100 %	2,16	-0,50
10	-0,5	0	0	-5,0	100 %	100 %	1,78	-2,20

Figur 7. Effekt av hastighetsnedsettelse

PONDUS har en funksjon for illustrasjon av effekten av hastighetsnedsettelse.

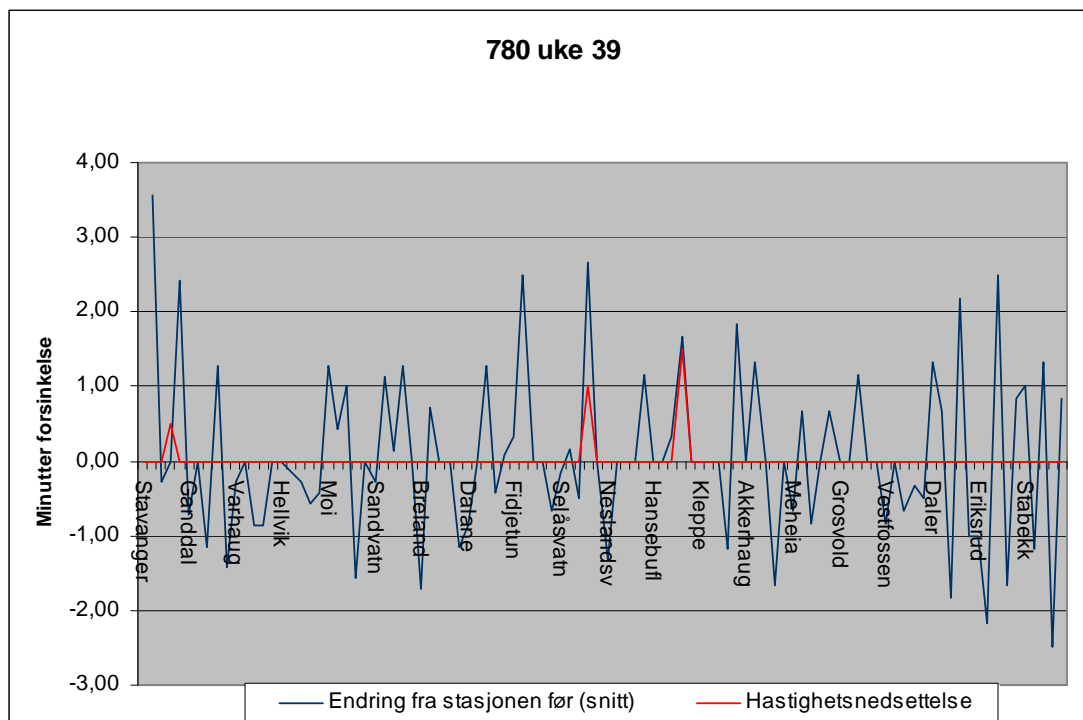
Dette gjøres ved å legge inn tidstapet, ofte fra T-sirkulæret, inn i kolonnen for hastighetsnedsettelse. Merk at hastighetsnedsettelsen legges inn på raden for den stasjon som ligger *etter* hastighetsnedsettelsen. Det er forberedt for at PONDUS beregner endringen i forsinkelse fra foregående stasjon til stasjonen etter hastighetsnedsettelsen. Derved kan man vise hvordan hastighetsnedsettelsen påvirker toget.

Det er laget grafer for å presentere effekten av hastighetsnedsettelse. Figur 9 viser endring i forsinkelse og plassering av

[minutter]	[minutter]	[minutter]	[minutter]
Endring fra stasjon før snitt	Hastighets	Stasjon	Maks forsinkelse
	FALSE	Egersund	FALSE
0,60	FALSE	Hellvik ank	FALSE
0,10	FALSE	Hellvik avg	FALSE
0,50	FALSE	Sirevåg	FALSE
0,40	FALSE	Ogna	FALSE
0,20	FALSE	Brusand	FALSE
0,00	FALSE	Vigrestad	FALSE
0,00	FALSE	Varhaug	FALSE
-1,40	FALSE	Nærbø ank	FALSE
1,20	FALSE	Nærbø avg	FALSE
0,70	FALSE	Bryne ank	FALSE
0,30	FALSE	Bryne avg	FALSE
0,90	FALSE	Klepp	FALSE
0,30	FALSE	Øknevadp.	FALSE
-0,40	FALSE	Ganddal	FALSE
-0,40	0,5	Sandnes a	4,1
0,40	FALSE	Sandnes A	FALSE
-1,40	FALSE	Sandnes S	FALSE
-0,10	1	Mariero	4,1
-0,50	FALSE	Hillevåg	FALSE
-2,20	FALSE	Stavanger	FALSE

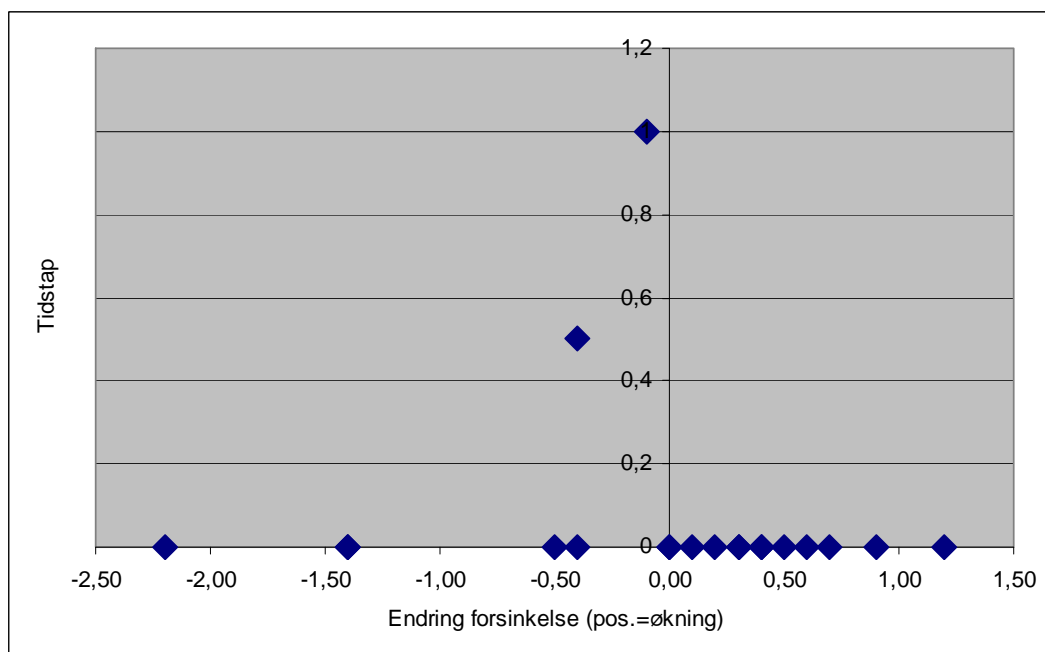
Figur 8 Registrering av hastighetsnedsettelse

hastighetsnedsettelse på Sørlandsbanen i uke 39 i 2006 for tog 780. Toget blir mer forsinket når den blå linjen er over null-markeringen (positive tall på Y-aksen). Merk at toget blir mer forsinket på strekninger med hastighetsnedsettelse.



**Figur 9. Endring i forsinkelse, plassering og størrelse av hastighetsnedsettelse**

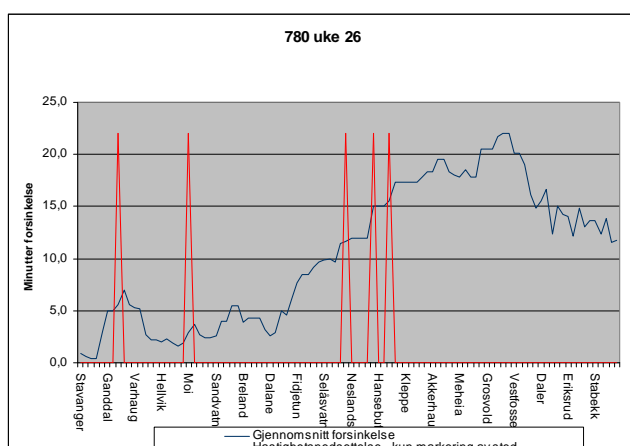
Grafen som er vist i Figur 10 viser sammenhengen mellom hastighetsnedsettelse og tidstap. Merk at det i dette tilfelle tar togene inn tid over de to hastighetsnedsettelsene (tog 3007 uke 3 og 4 i 2007).



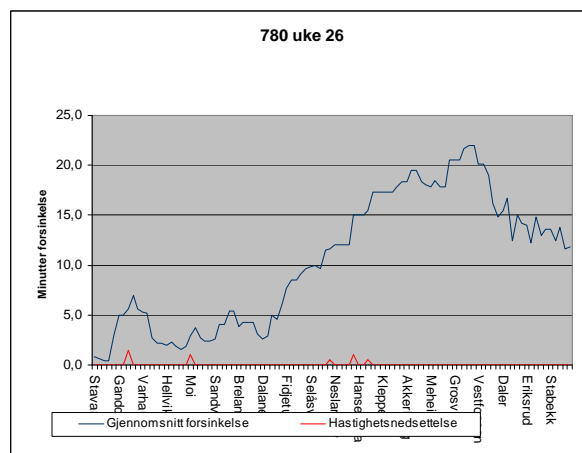
**Figur 10 Sammenheng mellom hastighetsnedsettelse og merforsinkelse**

Det er forberedt på to måter å markere plasseringen av hastighetsnedsettelse. I Figur 8 legges tidstapet inn manuelt i den gule kolonnen (den andre fra venstre). Dette kan brukes til en fremvisning av den type som vises i den høyre delen av Figur 11. Her synes tidstapene i forhold til gjennomsnittlig forsinkelse på en strekning (Sørlandsbanen i dette tilfelle).

Erfaring viser at tidstapene i none tilfeller kan være mye mindre enn de totale forsinkelsene på en strekning. Det er derfor laget en funksjon som viser plasseringen av tidstapene på samme skala som de gjennomsnittlige forsinkelsene. I denne fremvisningen brukes den hvite kolonnen lengst til høyre i Figur 8. Kolonnen fungerer slik at dersom det er registrert et tidstap mellom to stasjoner, så settes verdien i denne kolonnen til den maksimale gjennomsnittlige forsinkelsen. Derved vises tidstapene på samme skala som forsinkelsene, og det er lett å se hvor det er hastighetsnedsettelse. Merk at denne fremvisningen er tenkt til å illustrere plasseringen av hastighetsnedsettelsene. Den venstre delen av Figur 11 er et eksempel.



(Størrelsen på tidstapet er overdrevet ovenfor)

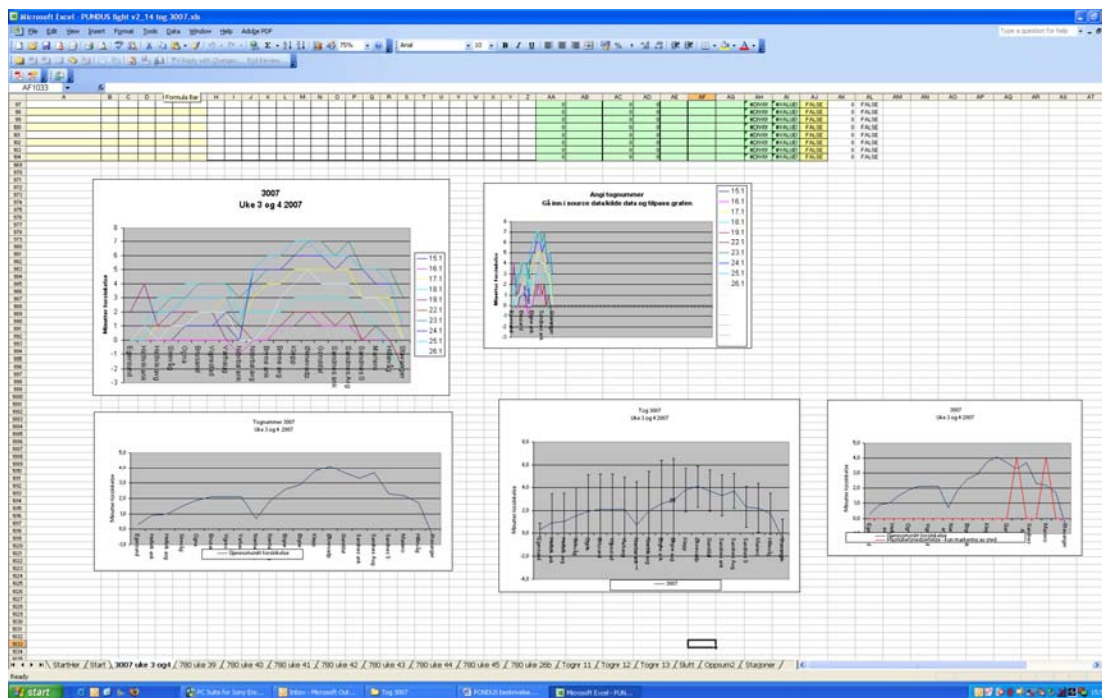


(Størrelsen på tidstapet er her på samme skala som forsinkelsen)

**Figur 11. To måter å markere hastighetsnedsettelse, enten på samme skala som forsinkelsene (til høyre), eller markert med samme høyde på grafen som maksimal forsinkelse (til venstre)**

### 1.3 Tilpassing av grafer

I bunn i regnearkene ligger flere forhånds-lagede grafer. I de PONDUS-versjoner som er tilpasser ulike strekninger så er også grafene tilpasset det antall stasjoner som det er på hver strekning. Grafene viser toggangen for hvert tog hver dag (et strek er et tog), gjennomsnittsforsinkelse med og uten visning av spredningen (standardavvik) og andel tog i rute (punktlighet utover strekningen)

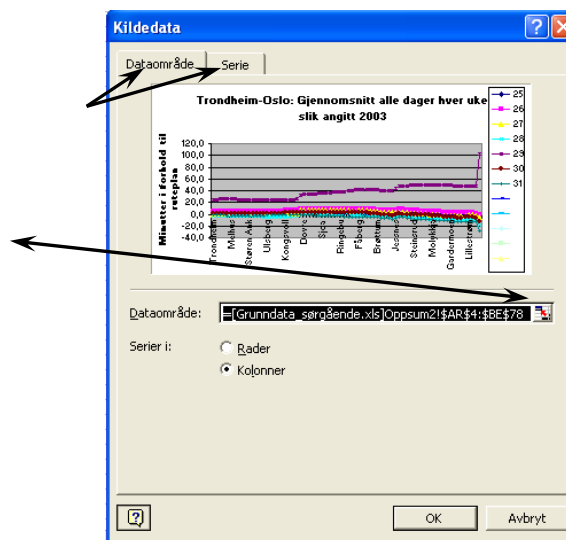


Figur 12. Forberedte grafer


Dersom grafene synes å ikke være riktig, eller endringer gjøres (nye stasjoner/registreringspunkter legges/ønskes lagt inn), så må den/de enkelte grafs/grafers kildedata tilpasses. Dette gjøres ved å plassere musepekeren i selve grafområdet (men ikke på noen av grafelinjene), høyreklikke, og så velge **Kildedata** i boksen som dukker opp →

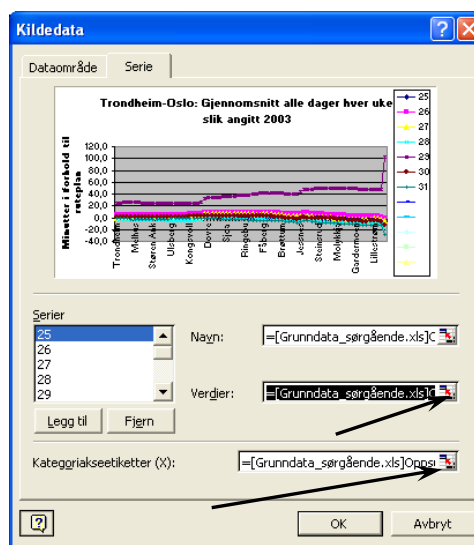
Følgende boks dukker så opp →  
 Fra denne boksen kan grafens kildedata tilpasses, enten gjennom **Dataområde** eller **Serie**.

Endring av kildedata gjennom **Serie** skjer på følgende måte. I **Kildedata** velges **Serie**, og boksen blir sendes ut som følgende →



Figur 13. Tilpassing av grafene ved bruk av "Dataområde"

Fra **Serier** kan den eller de grafene som ønskes endret endres. Ved å merke det aktuelle ukenummer (som i skjermbildet til høyre), tognummer eller den aktuelle ukedag, kan kildedataene omdefineres ved å klikke på  makroen til høyre for **Verdier**.



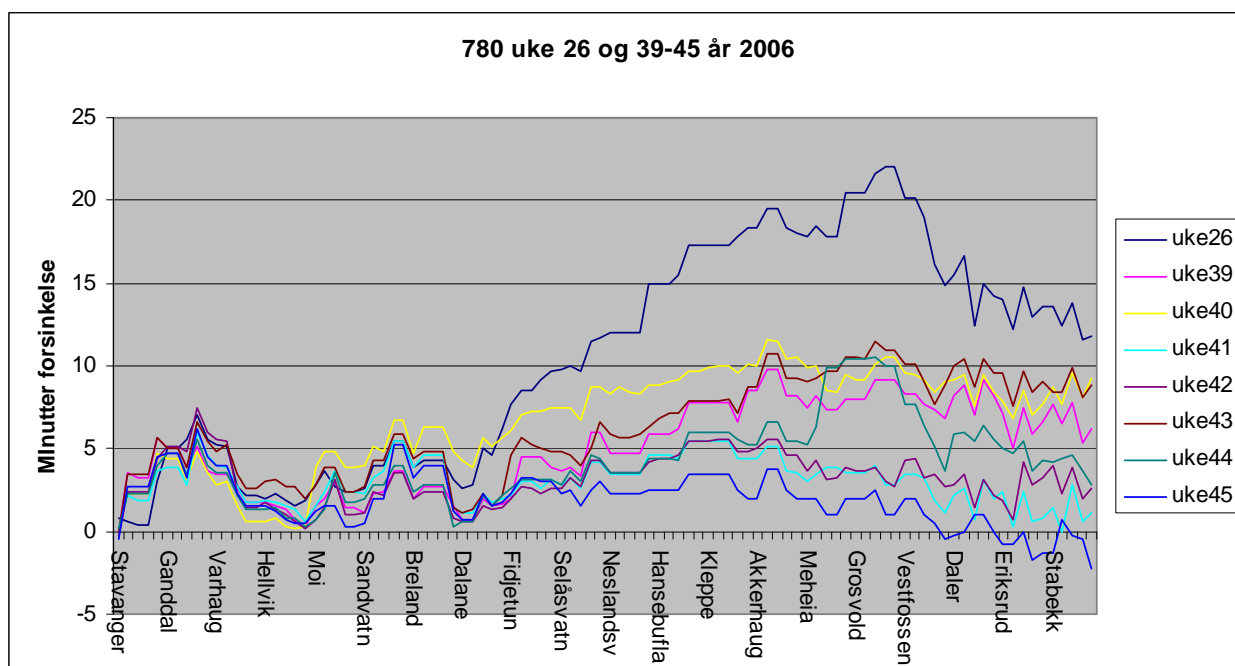
Figur 14. Tilpasning av grafene ved bruk av "Serie"

## 2 Eksempler på bruk

I det følgende viser vi noen eksempler på utførte PONDUS-analyser.

### 2.1 Eksempel: Tog 780 Sørlandsbanen Oktober og November 2006

Bakgrunn for analysen var at tog 780/80 tidligere på året i 2006 hadde hatt store forsinkelser, blant annet grunnet hastighetsnedsettelse. I grafen er uke 26 brukt som illustrasjon av situasjonen tidligere på året. I uke 39 til 45 har toget fortsatt problemer, selv etter at hastighetsnedsettelsene er vesentlig redusert, men toget tar inn forsinkelser fra Hokksund mot Oslo, se Figur 15.

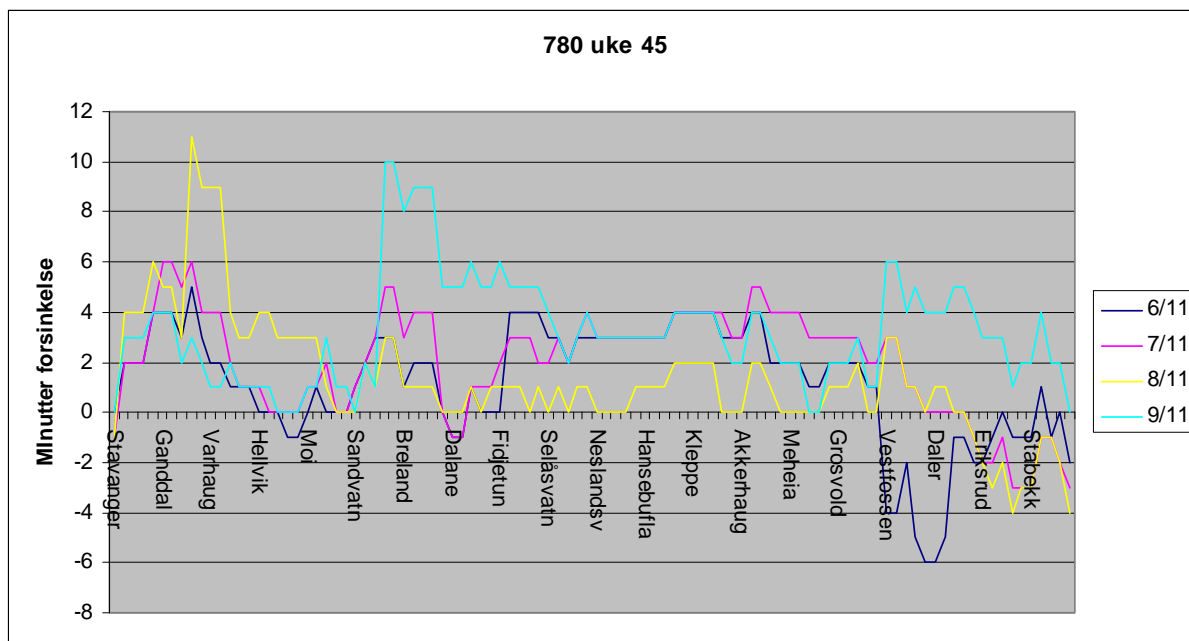


Figur 15. Tog 780 utvalgte uker i 2006

Toggangen for enkelte dager i uke 45 for tog 780 er vist i Figur 16. Vi ser her at hovedtrekkene i forsinkelsesprofilen over strekningen går igjen flere av dagene.

Ruten synes stram flere steder, spesielt:

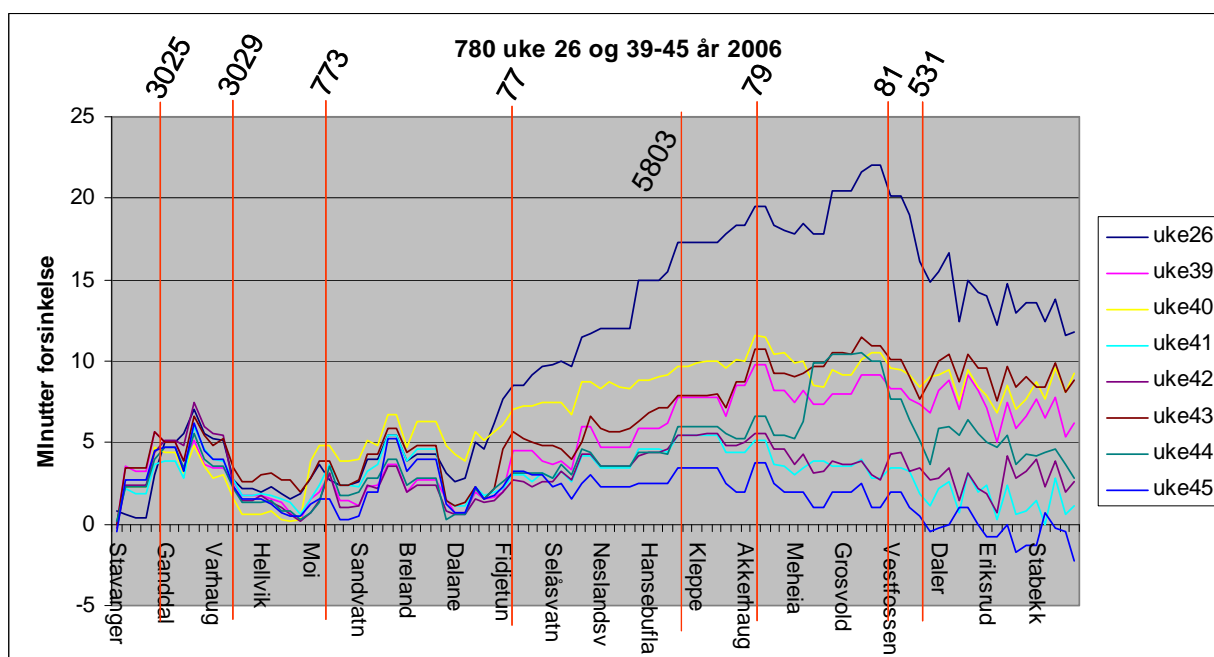
- fra Stavanger til Bryne
- Sandvatn til Marnadal



**Figur 16. Toggangen for enkelte dager i uke 45 i 2006 for tog 780**

I Figur 17 er det også markert hvor det aktuelle toget har planlagte kryssinger. Merk at dette ble gjort manuelt. Forsinkelser etter Herefoss kan være en kombinasjon av:

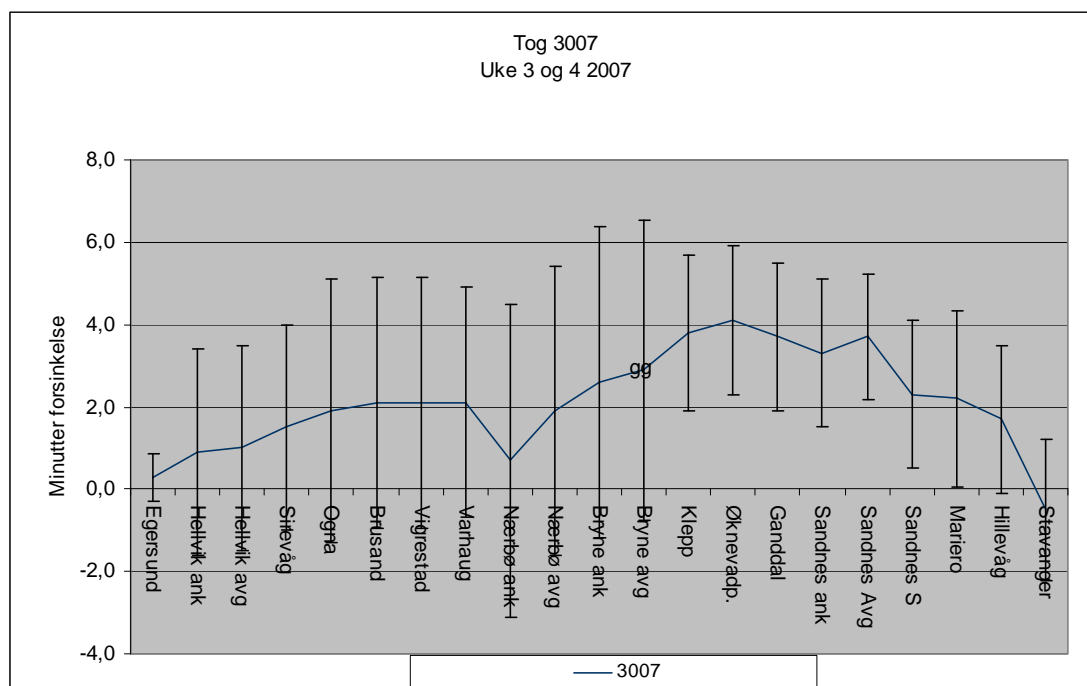
- Stram rute
- Kryssing 77
- Personellbytte (uke 26)
- Hastighetsnedsettelse



**Figur 17. Toggangen for enkelte dager i uke 45 i 2006 for tog 780 med markerte kryssinger**

## 2.2 Eksempel: Tog 3007 Jærbanen uke 3 og 4 i 2007

På tross av god punktlighet til endestasjon kom det i 2006 kundeklager fra reisende på tog 3007 på Jærbanen. Spesielt var det reisende som ikke rakk en overgang til buss på Sandnes grunnet forsinkelser. En PONDUS analyse viste at de reisende hadde et poeng – toget var systematisk forsinket ved Sandnes. Merk at togene både er forsinket, og har lavt standardavvik mellom Klepp og Sandnes.



**Figur 18. Forsinkelsesprofil med standardavvik på tog 3007 uke 3 og 4 i 2007**