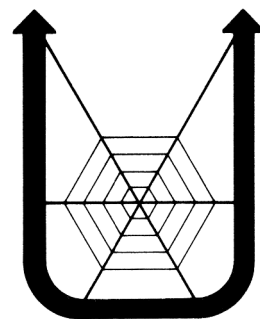


MAILING ADDR.:  
UNINETT'S SECRETARIAT, RUNIT,  
N-7034 TRONDHEIM-NTH-NORWAY

**UNINETT**



**UNINETT**

# FUNCTIONAL DESCRIPTION

# UNINETT REPORT

1

ACCESSIBILITY

Accessible

MAILING ADDR: UNINETT'S SECRETARIAT, RUNIT  
N-7034 TRONDHEIM-NTH-NORWAY

TELEPHONE: (075) 35555

TITLE OF REPORT  DESCRIPTION OF THE UNINETT FUNCTIONAL LEVELS	DATE 1976-10-20
	NO. OF PAGES AND APP. 35
AUTHOR(S)  J.E. Engebretsen	PROJECT NO.

## EXTRACT

This report describes the project background and summarizes the local demands for network services in the four universities.

The basic functional entities within the network are identified as resources, terminal concentrators, switches and gateways. Each of these entities are described as consisting of simpler functional levels connected together in an hierarchical manner.

The use of the CCITT X.25 recommendation in some of these levels is also outlined broadly.

## 3 INDEXING TERMS

Computer network

Hierarchical functional levels

Packet Switching

## FOREWORD

The UNINETT project is a joint effort by the Norwegian Universities, some major research institutions, the Telecommunication Administration and manufacturers of computer systems to specify and establish common data network functions. These functions will be based on the packet switching technique and one of the aims of the effort are to use international standards or proposals as far as possible. The functions specified can be used both in a network between the institutions and in the local networks now in progress within the institutions.

The participating institutions are:

- Computing Center at the University of Oslo
- Computing Center at the University of Bergen
- Computing Center at the University of Tromsø
- Computing Center at the University of Trondheim
- Norwegian Computing Center
- Telecommunications Administration Research Establishment
- Blindern-Kjeller Computer Facility
- A/S Norsk Data
- Kongsberg Våpenfabrikk A/S

The project has been financed mainly by the participating institutions, with a contribution from the Royal Norwegian Research Council (NTNF).

Contributors to the content of this report have been O. Gulliksen, K.Å. Bringsrud, O.M. Johnsen and O. Meland. Further, the members of the Coordination Group have participated in the discussions of the content. D. Belsnes, E. Lillevold and W. Jensen should be mentioned in this connection.

This report gives the project foundations, some institutional background and the broad description of the functional levels in the UNINETT. As the description is in Norwegian, an English summary is given below.

The specifications of network functions within UNINETT is done by hierarchical levels. Each level offers services to the next highest level. Each level communicate with a similar level located somewhere else in the network by using a level procedure or protocol. The procedure is hidden for the higher levels.

The interface between levels in the same installation is made as simple as possible in order to have relatively independent levels. The level types found in the UNINETT are:

#### Link Level

This level gives error free transport of data between the end points of a physical link.

#### Packet Level

This level multiplexes on a physical Link a stream of packets of different origin and destination. Datagram or virtual circuits may be used.

#### Switching Level

This level switches packets according to the address information within the packets.

#### Transport Station Level

This level assemble (and disassemble) packets to (and from) entities of greater length and more meaningful to the user than packets.

### Service Level

This level contains services meaningful to the user such as interactive-, file transfer- and remote job entry services.

### User Level

This level contains the user programs utilizing the network.

These levels are used to build more complex functional entities within the network. Four such entities are recognized in the UNINETT.

### Resource

This is a collection of one or more computer systems seen as a unity from the rest of the network.

### Terminal Concentrator

This is used to connect simple terminals, not capable of supporting a packet switching protocol, to the network.

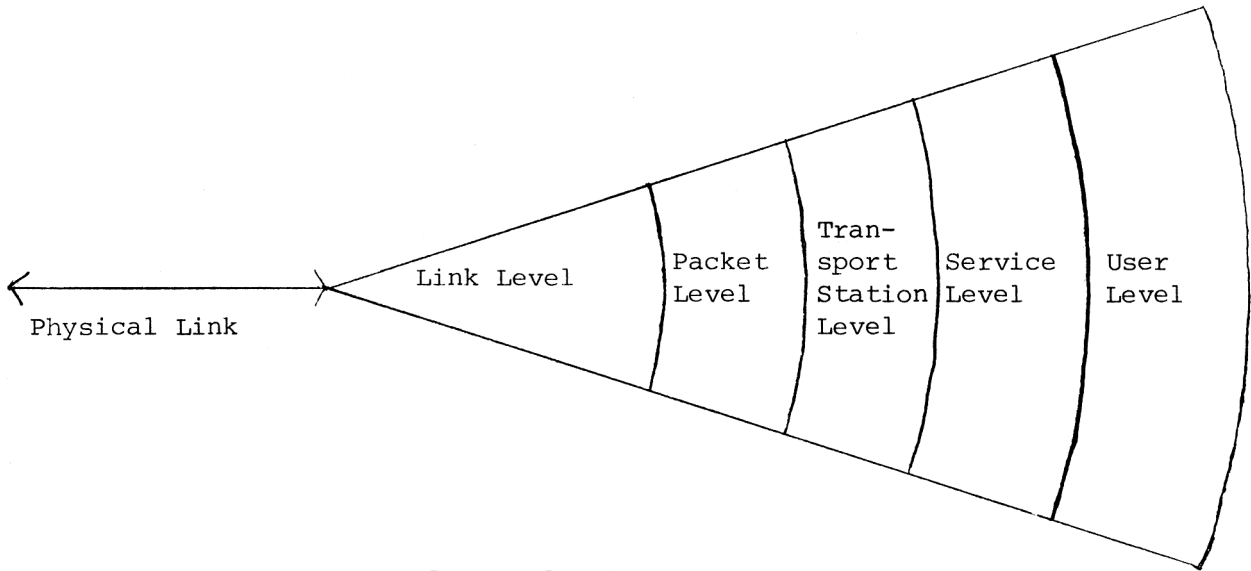
### Switch

This will be used for the packet switching function within the network.

### Gateway

This is used as an interface mechanism between two local networks. The gateway will be complex when the networks differ considerably.

As an example the Resource function will consist of the levels shown in the figure on the next page.



Functional Levels in a Resource.

## MÅLSETTING FOR UNINETT-PROSJEKTET

I langtidsplanen for 1977-1981 til NTNF's komité for automatisering og databehandling sies det om datanett:

- "I tillegg til den aktivitet som er i gang i Televerkets regi, finner komitéen det nødvendig å engasjere seg i visse aspekter av nasjonal utbygging av datanett. Det dreier seg om støtte til prosjekter som vil gi norske brukere muligheter for å benytte datanett på en effektiv måte. Programmet har bl.a. viktige distriktsutbyggingsmessige aspekter. Hovedstøtten vil bli rettet mot anvendelser av datanett."

UNINETT-prosjektet er et bidrag til dette program. Ved utviklingsarbeid og praktisk prøvevirksomhet i et bredt samarbeid vil man:

- Utrede og vinne erfaring med nye former for dataoverføringstjenester, særlig datapakkeformidling, og med samvirke ved utveksling av databehandlingstjenester over et tilrettelagt overføringsnett. Såvel tekniske som administrative problemer tas opp.
- Spesifisere, bygge opp og ta i bruk datanettfunksjoner basert på anerkjente internasjonale prinsipper og standarder så langt de foreligger, med særlig vekt på pakkesvitsjet kommunikasjonsteknikk.
- Bidra til at deltakende norsk dataindustri raskt kan få utnytte de nye resultater som fremkommer til sin produktutvikling.
- Benytte funksjonene til en sammenknytning av datateknisk utstyr hos deltakerne via det offentlige nettet og til å tilby datanett-tjenester der det måtte være ønskelig.
- Gi arbeidet en slik kvalitet at deltakerne befinner seg i fremste rekke med å spesifisere, utvikle og ta i bruk datanettfunksjoner.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	SIDE
FOREWORD (WITH ENGLISH SUMMARY) . . . . .	II
INNHOLDSFORTEGNELSE . . . . .	VII
1. INNLEDNING . . . . .	1
2. NØDVENDIGE BASISTJENESTER I ET DATANETT . . . . .	2
2.1 TRANSMISJON . . . . .	2
2.2 SVITSJING . . . . .	2
2.3 SVITSJETJENESTENE I EKSISTERENDE OG PLAN- LAGTE NETT . . . . .	3
3. UNINETT-PROSJEKTET . . . . .	4
3.1 BAKGRUNN . . . . .	4
3.2 DE ENKELTE INSTITUSJONENES BEHOV FOR DATA- NETT-TJENESTER . . . . .	5
3.3 GENERELT OM UNINETT-PROSJEKTET . . . . .	13
3.4 TILKNYTNINGEN VIA DET OFFENTLIGE NETTET . . . . .	14
3.5 FUNKSJONER I LOKALE PAKKESVITSJEDE NETT . . . . .	16
3.5.1 Funksjonsnivåene . . . . .	18
3.5.2 Grensesnittene mellom funksjonsnivåene . . . . .	22
3.6 EKSEMPLER PÅ FUNKSJONELLE NETTSTRUKTURER . . . . .	22
4. KONKLUSJON . . . . .	26
REFERANSER . . . . .	26
ADMINISTRATIVE ORGANIZATION OF THE UNINETT-PROJECT . . . . .	27

## 1. INNLEDNING

Mulighetene for å gjøre databehandlingstjenester lettere tilgjengelig har vært viet stor oppmerksomhet helt siden slike systemer ble tatt i bruk. Dette førte bl.a. til at man fikk store enheter med et integrert og variert tilbud av tjenester.

Samtidig har det foregått en stadig utbygging av terminalmulighetene via forbedring av både terminalene og datakommunikasjonsutstyret. Dette har gitt databehandlingsystemer slik en kjenner de i dag bestående av en sentral slagkraftig ressurs med et tilhørende nett av terminaler for utnyttelse av denne ressursen.

Småmaskin-systemene har i det siste ti-året utviklet seg til å bli et økonomisk gunstig tilbud for brukergrupper som ikke trenger alle stormaskiners tjenester samlet i en ressurs. I prinsippet vil det derfor være mulig å la en samling mer eller mindre dediserte ressurser utgjøre det samlede tilbud av data-tjenester for en brukergruppe. I praksis vil man med et slikt opplegg som oftest nå et stadium hvor behovet for en lettvinnt måte å utveksle data mellom ressursene melder seg. De fleste større leverandører av småmaskin-systemer har innsett dette og tilbyr nå datanett-funksjoner som en del av sine systemer.

Også hos leverandørene av stormaskin-systemene arbeides det nå med datanettsystemer. Dette skyldes bl.a. at det på flere større ressurser etableres avanserte tjenester og store databaser som vanskelig kan flyttes (dubleres). Et datanett mellom ressurser av denne typen vil derfor kunne gjøre slike systemer lettere tilgjengelig.

For brukeren av datatjenester vil effektive og rimelige data-kommunikasjonstjenester bety at det kan etableres datanett med variert tilbud med ulike typer ressurser fra de små til de helt store. En større del av de totale kostnadene kan tenkes lagt i datanettdelen, fordi bl.a. småmaskin-ressursene har gunstig pris.

## 2. NØDVENDIGE BASISTJENESTER I ET DATANETT

To tjenester vil være nødvendige i praktiske nett, transmisjon og svitsjing.

### 2.1 TRANSMISJON

En absolutt forutsetning for et datanett er transmisjonstjenesten. Denne har vært og må være Televerkets ansvar, bl.a. fordi dette vil gi nødvendig kompatibilitet mellom transmisjonssystemene i lokale, nasjonale og internasjonale nett. Med en slik tjeneste kan man konfigurere et nett mellom en gruppe data-tekniske enheter (ressurser og terminaler) ved å opprette direkte forbindelse mellom relevante enheter. Dette blir fort en håpløs oppgave og svitsjefunksjoner er derfor nødvendige i praksis. Siden transmisjon og svitsjing naturlig kan integreres, vil også svitsjetjenester høre inn under Televerkets ansvarsområde.

### 2.2 SVITSJING

Det er i dag to prinsipielt forskjellige måter å utføre data-svitsjing i et nett. Linje- eller kanalsvitsjing kjenner man fra telenettet, og karakteriseres ved at det opprettes fysiske forbindelser mellom to endepunkter (abonnenter). Et linjesvitsjet nett for datakommunikasjon vil ha korte opp/nedkoplingstider. Videre vil man kunne føre en multiplekset strøm av data helt frem til abonnenten, slik at antall nettilknytninger kan reduseres. Dette vil riktignok kreve systemkomponenter som i dag ikke finnes i datamaskinsystemer.

En annen måte å løse svitsjeproblemet på er ved bruk av pakkesvitsjing. Karakteristisk for denne er at databiter samles i enheter (pakker) med bestemt lengde og format. En slik pakke transporteres som en enhet gjennom nettet, og svitsjing skjer på grunnlag av adresseringsinformasjon i pakken. Dette betyr at transmisjonslinjene mellom knutepunktene og mellom knutepunkt og abonnent kan være fast oppkoplet. På disse linjene kan man så ha en multiplekset strøm av data på pakkenivå.

Selv om linje- og pakkesvitsjing er to forskjellige teknikker, utelukker de ikke hverandre. Det vil heller være slik at man i et offentlig nett vil behøve begge tjenester for å tilfredsstille alle typer brukere. I større nett av denne typen vil linjesvitsjing sannsynligvis være nødvendig for å kunne avvikle stor trafikk på en tilfredsstillende måte.

I lokale nett, som generelt er små, vil pakkesvitsjing med fordel kunne brukes fordi:

- Pakkesvitsjing lar seg realisere med dagens transmisjons- og datamaskinsystemer med akseptable kostnader. Utstyr for linjesvitsjing vil bli for dyrt med få abonnenter.
- Kommunikasjonen mellom datamaskin-systemer og mellom slike systemer og avanserte terminaler foregår vanligvis i form av kortere meldinger. Slike meldinger kan lett fraktes i form av pakker ved at meldinger som ikke får plass i en pakke deles på flere.
- Antall tilknytninger til nettet kan reduseres ved å bruke multipleksing på pakkenivå. Dette vil gi bedre økonomi ved liten trafikk fordi man får høyere utnyttelse av nett-tilknytningsenhetene.

En pakkesvitsj-tjeneste i det offentlige nettet vil medvirke til standardisering, fordi de samme funksjoner med fordel kan benyttes i lokale nett. Dette vil gi enhetlig behandling av lokal og ekstern trafikk.

### 2.3 SVITSJETJENESTENE I EKSISTERENDE OG PLANLAGTE NETT

I det planlagte offentlige nordiske datanettet vil linjesvitsjing benyttes med pakkesvitsjing som tilleggstjeneste. Tilsvarende nettstrukturer er planlagt også i andre land.

Det finnes også relativt mange eksempler på nett hvor hovedvekten er lagt på pakkesvitsjing:

- ARPANET i USA
- NPL-nettet i England

- CYCLADES i Frankrike
- DATAPAC-nettet i Canada
- EIN/EURONET i fellesmarkedslandene
- EPSS-nettet hos British Post Office
- SCANNETT i regi av NORDFORSK
- NSB-nettet i Norge.

De fleste av disse nettene har innbyrdes forskjeller av varierende omfang. Det er dessuten to hovedretninger i synet på hvilke tjenester som er mest grunnleggende og nødvendige i et pakkesvitsjet nett. Den såkalte datagram-tjeneste betrakter pakken som en selvstendig enhet uten sammenheng med andre pakker. Tjenesten basert på såkalte virtuelle samtaler sørger i tillegg for sekvensering av pakkene. Begge tjenestene bør finnes fordi det eksisterer anvendelser hvor den ene er mer fordelaktig enn den andre.

### 3. UNINETT-PROSJEKTET

#### 3.1 BAKGRUNN

Med bakgrunn i K. Holberg og H. Bothner-By's forslag om etablering av et nett av EDB-ressurser i Norge, kom representanter for EDB-sentrene ved de fire universitetene, Norsk Regnesentral, Regneanlegget Blindern-Kjeller og Televerkets forskningsinstitutt sammen våren 1975 for å vurdere behovet og ønskeligheter av et samarbeide mellom disse institusjonene innen datanettsektoren. Det ble utarbeidet en rapport som konkluderte med at slikt arbeide burde settes i gang. Rapporten inneholdt bl.a. åtte forslag til delprosjekter og det søkt NTNF om støtte på basis av disse.

Etter at NTNF bevilget midler for 1976, ble UNINETT-prosjektet startet med deltakelse også fra de to norske leverandørene av datamaskin-systemer, Kongsberg Våpenfabrikk og Norsk Data-Elektronikk. Prosjektets målsetting er tosidig:

- Kartlegge og vinne erfaring med problemene forbundet med datanett, såvel tekniske som administrative.
- Samarbeide om implementasjon av datanettfunksjoner basert på anerkjente prinsipper og standarder så langt de foreligger.

### 3.2 DE ENKELTE INSTITUSJONENES BEHOV FOR DATANETT-TJENESTER

De enkelte institusjonenes behov for datanett-tjenester varierer endel. I dette avsnittet vil det bli trukket frem noen generelle momenter, samt spesifikke beskrivelser av behovene ved de fire universitetene. Disse er laget av O. Gulliksen/UiB, K.Å. Bringsrud/UiO, O.M. Johnsen/UITØ, O. Meland/RUNIT.

Behovet for tjenester kan relateres til lokale og eksterne forhold. Hos de fleste institusjonene har man en ressurs (eller flere) med tilhørende terminalnett og brukere. Data-trafikken ut (og inn) av dette miljøet kan klassifiseres som ekstern, mens trafikken innen miljøet er intern. Den eksterne trafikken varierer for miljøene, men er gjennomsnittelig liten totalt sett. Årsakene er flere, vansker med flytting av brukerens arbeidsmiljø (programmer, data o.s.v.) og ugunstige tilbud av offentlig nett-tjenester er noen. En radikal økning av den eksterne trafikken forutsetter at vanskene fjernes, og at institusjonenes syn på hvilke brukermiljø de skal yte tjenester til endres i noen grad. Økningen i den eksterne trafikken vil derfor være en langsom prosess.

Den interne trafikken har i de senere år vist en kraftig økning. Dette skyldes vesentlig at antallet terminaler har økt sterkt. I tillegg har man i flere av miljøene opplevd en stor økning i antallet ressurser. Denne har kommet i form av småmaskin-systemer som beskrevet i innledningen. Rundt mange av disse ressursene har det så vokst opp terminalnett etter mønster av stormaskinanleggene. Ved Universitetet i Trondheim er antall småmaskin-systemer i dag omkring 40, og antall terminaler i forbindelse med disse er sammenlignbart med hovedanleggets. Selv om mange av ressursene er dedisert til spesialoppgaver (data-logging, prosess-styring), er det en tendens mot mer generelle anlegg. Behovet for kommunikasjon mellom ressursene kan løses best ved å etablere et datanett. Slike planer er delvis satt i verk, bl.a. ved Universitetet i Oslo.

Slike lokale nett vil måtte basere seg på pakkesvitsjing, siden denne bl.a. lettere kan implementeres med eksisterende data-utstyr. Dette betyr at en pakkesvitsje-tjeneste vil være fordelaktig også i det eksterne offentlige nettet fordi man dermed får en enhetlig struktur.

### Universitetet i Bergen

Hovedressursen ved Universitetet i Bergen's regneanlegg er en UNIVAC 1110 datamaskin. Bruken av denne deles mellom lokale "batch"jobber og interaktive - og "remote batch" - jobber som leveres fra terminaler. Pr. i dag er det ca. 80 terminaler som kjører mot anlegget, bl.a. terminaler ved Universitetet i Tromsø, en del gymnas og distriktshøyskoler.

Ved planleggingen av regneanlegget hadde vi tatt sikte på en datamaskin som var velegnet for telekommunikasjon. Terminalbruken utviklet seg imidlertid meget hurtig og allerede etter kort tid hadde en overskredet det antall terminaler som først ble lagt til grunn. Blant annet på denne bakgrunn foretok EDB-avdelingen ved Universitetet i 1974 en utredning som konkluderte med at i 1980 vil regneanlegget ha tilsluttet 150-200 terminaler.

Utviklingen hittil har vært at stadig større grupper tar terminaler i bruk. Denne utvikling synes å øke i takt med utbyggingen av det lokale terminalnett og etterhvert som personalnettet lærer å benytte databehandling som et hjelpemiddel. Også på et nasjonalt plan synes denne tendensen å gjøre seg gjeldende etterhvert som et bredere spektrum av datakraftressurser blir gjort tilgjengelig.

Universitetets forskere har et utbredt samarbeid med forskere ved andre institusjoner ikke minst på det internasjonale plan. En stor del av disse forskergruppene har felles data- og program-interesser. Behovet for tilgang til felles dataressurser har allerede meldt seg, og et datanett vil i den forbindelse minske de vanskeligheter som i dag eksisterer ved at en del databehandling bare kan utføres ved spesielle geografisk adskilte institusjoner.

EDB-avdelingen ved Universitetet i Bergen ser det både som sitt ansvar og sin interesse å delta i den utvikling som finner sted innenfor databehandlingsområdet, og betrakter telekommunikasjon som en nødvendig del av dette ikke minst når det gjelder det internasjonale aspekt.

På denne bakgrunn betrakter vi UNINETT-prosjektet som et positivt initiativ når det gjelder datanettutviklingen. Prosjektet vil etter vår mening gi et bidrag til planlegging og tilpassing av et nasjonalt datanett som utviklingen uten tvil vil kreve for å gi data-brukere et bedre og mer rasjonelt tilbud.

### Universitetet i Oslo

Universitetet i Oslo's behov for databehandlingsressurser dekkes av to anlegg. En generell datamaskin er plassert sentralt på Blindern (lokanlegget). Fra høsten 1976 vil dette være en DEC-10 maskin, som er beregnet til å kunne dekke store deler av de varierte behov Universitetet har for EDB-tjenester lokalt. Denne maskinen er spesielt velegnet for interaktiv bruk. Universitetet disponerer videre en betydelig del av RBK-anlegget, dvs. en CYBER 74, som hovedsaklig benyttes for løsning av meget beregningskrevende oppgaver. I tillegg finnes det ca. 30 småmaskiner av ulik type spredt rundt ved de forskjellige institutter. Av disse inngår for tiden 5 NORD-maskiner som nodemaskiner i det lokale datanett (se nedenfor), mens de resterende hittil bare har blitt brukt til spesialiserte oppgaver, så som on-line registrering av data. Etter installasjonen av DEC-10 maskinen vil ca. 10 av disse bli tilkopleet lokalanlegget via det lokale nettet.

Arbeidet med oppbygningen av det lokale datanettet, BRU-nettet, har pågått i lengre tid ved Universitetets EDB-senter. Ved utformingen er det lagt vekt på at det skal være lett å tilpasse nettet til forskjellige typer utstyr, og å tilkople det til andre nettverk. Hovedressursene i nettet er lokalanlegget og RBK-anlegget. Av mer spesialiserte ressurser er det for tiden tilkopleet en NORD-10 maskin, som i første rekke brukes til tekstredigering og undervisning. Ressursene aksesseres fra 2 satsvise og ca. 15 interaktive terminaler som er tilkopleet nodemaskiner plassert rundt omkring på området. Not RBK-anlegget har man i tillegg en satsvis terminal med høyhastighets-linje til Kjeller.

Det arbeides for tiden med tilkoplingen av DEC-10 maskinen til datanettet via en NORD-12 nodemaskin. Dette arbeidet antas slutført i løpet av 1976. Ved utgangen av 1977 regner man med å ha ca. 80 småterminaler tilkoplede databehandlingsressursene, hvorav 60 er fast tilkoplede BRU-nettet, og resten er oppringte. I tillegg vil man ha tilkoplede 6-7 blokk-terminaler og en del småmaskiner og spesialisert utstyr.

Universitetets brukere har til nå, bare i liten utstrekning benyttet seg av eksterne anlegg. En nylig avsluttet brukerundersøkelse viser imidlertid at en god del brukere har behov for å kunne benytte datatjenester ved andre vertsanlegg, eller få tilgang til eksisterende (felles) databaser ved disse anleggene. Dette gjelder i første rekke installasjoner i Norge, men også anlegg i utlandet. På den annen side, benytter mange institutter som holder til utenfor Blindern-området, av praktiske grunner regnearbeid som er plassert noenlunde i sin egen nærhet. F.eks. gjelder dette for de medisinske institutter ved Ullevål sykehus og Rikshospitalet. Med bedre aksessmuligheter til anleggene på Blindern og Kjeller, vil en god del slike institutter (og en del potensielle eksterne brukere) ønske å nyttiggjøre seg disse anleggene.

Etter at DEC-10 maskinen er installert, vil UiO sannsynligvis ønske å kontakte andre institusjoner med DEC-anlegg, både for programutveksling og utveksling av kapasitet i krisesituasjoner (backup-tjenester). Gode muligheter for datakommunikasjon vil øke betydningen av slike overenskomster.

UiO har således både uttalte og latente behov for å bedre aksessmulighetene til fjerntliggende anlegg både i Norge og andre land. Det vil dessuten, som antydnet ovenfor, være rimelig enkelt å tilkople BRU-nettet til et eksternt nett, f.eks. via en NORD-12 nodemaskin.

Gode datakommunikasjonstjenester vil generelt sett gi forskningsinstitusjonene større smidighet ved utnyttelsen av de

samlede databehandlingsressursene. Det vil totalt sett kunne tilbys utvidete spesialtjenester og tilgang til mange ulike former for utstyr som ellers ikke ville vært mulig for institusjonene hver for seg.

## Universitetet i Tromsø

### Kort historikk

- 1971, juni      Den første datamaskin ved UiTø, et NORD-1 anlegg blir installert. All databehandling ved Universitetet blir utført lokalt.
- 1973, mars      En mindre minimaskin (NORD-20) anskaffes for kommunikasjon med fjernanlegg.
- 1974, aug.      Fast forbindelse til UNIVAC-anlegget ved Universitetet i Bergen (UiB) etableres. Kjøring foreløpig fra 2 terminaler på EDB-sentret.
- 1975, des.      De fleste brukere har adgang til anlegget via utplasserte terminaler (13 stk).
- 1976, febr.      NORD-1-anlegget byttes i en NORD-10 maskin.

### Status

Universitetet i Tromsø har således i dag ikke egen hoveddatamaskin. Fjernkjøring mot UNIVAC ved UiB dekker ca. 70% av Universitetets EDB-behov. Resten dekkes stort sett ved kjøring på det lokale NORD-10-anlegget. En del administrative og medisinske oppgaver blir dessuten utført ved to datasentraler i Tromsø.

### Videre utvikling

UiTø planlegger nå innkjøp av et større EDB-anlegg. Ut-sendelse av forespørsel om tilbud vil foregå i løpet av høsten 76. Installasjon av det nye anlegget er planlagt til sommeren 78 i forbindelse med at EDB-sentret flytter inn i nytt bygg i Breivika.

I tida fram til det nye anlegget er i drift vil det alt vesentlige av Universitetets kjøringar måtte foregå på fjernanlegg.

Universitetets EDB-brukere er dessuten geografisk spredd i Tromsø. På kort sikt kan derfor tilbudet av EDB-tjenester ved Universitetet bare bli bedre ved

1. En videre utbygging av det lokale terminalnett (flere terminaler, nye typer utstyr m.m.)
2. En økning av overføringskapasiteten til vertsmaskinen(e)
3. En økning i antallet tilgjengelige vertsmaskiner.

EDB-sentret ved Uitø vil derfor engasjere seg sterkt i arbeidet med å etablere et datanett mellom universitetene i landet (UNINETT-prosjektet). Spesifikasjoner og standarder brukt i UNINETT-prosjektet vil også legges til grunn ved oppbyggingen av et lokalt datanett ved Universitetet.

Fram til 1978/79 vil således UiTø ha et stort behov for EDB-tjenester utenfra, d.v.s. fra de andre universitetene. I perioden rett etter installasjonen av det nye anlegget vil også stor grad av fjernkjøring være aktuelt for å lette overgangen for brukerne.

Når det nye anlegget kommer i stabil drift (79?) vil nok behovet for fjernkjøring avta sterkt, men enkelte brukergrupper vil nok fremdeles ha behov for tjenester utenfra. Ledig kapasitet vil da dessuten kunne tilbys de andre universitetene.

Universitetet i Trondheim

Ved Universitetet i Trondheim er det som tidligere nevnt et hoveddatamaskinanlegg med både stor(e) og små maskiner, samt flere småmaskiner ved institutt og forskningsinstitusjoner. Rundt hovedanlegget er det bygd opp et terminalnett med interaktive terminaler og blokkterminaler. Tilknyttingsformen er for det meste over faste samband, men noen er oppringte og benyttes også fra eksternt plasserte terminaler.

Behovet for datamaskinkapasitet i miljøet dekkes på tre forskjellige måter, selv om størrelsesorden av disse ikke er sammenlignbare:

- Den største ressursen er hovedanlegget UNIVAC 1108. I løpet av høsten blir et funksjonelt likt anlegg, UNIVAC 1100/21 installert. De aller fleste brukergruppene benytter 1108, selv om belastningen fra disse er forskjellig.
- I universitetsmiljøet er det ca. 40 småmaskiner. Langt de fleste av disse benyttes til spesielle oppgaver, datalogging, måleutstyr etc., men noen benyttes også i forbindelse med programutvikling, -utprøving og -utførelse. Funksjonsmessig kan ikke disse sammenlignes med hovedanlegget, men totalt representerer de en betydelig ressurs.
- Brukerne (på hovedanlegget) benytter seg i meget stor grad av standard programpakker og biblioteksrutiner. Nye standardprogram ønskes (og blir) tilgjengelige på installasjonen fra tid til annen, om nødvendig etter en konvertering fra en annen type hovedanlegg. Bruksfrekvensen av disse kan være så lav, eller det kan være restriksjoner i utbredelse som tilsier at slike standardprogram må kjøres på andre eksterne installasjoner. Det foregår også utvikling av programpakker i UNIT-miljøet beregnet på andre hovedanlegg. Kjøring mot eksterne anlegg er i dag et problem, både ut fra mangel på terminaler som kan kjøres mot flere anlegg (selv om det finnes noen), og kostnader i transmisjonsnett. Behovet

er lite i dag, men det kan vel være at både de ovennevnte problemer og den monopolisering som datasentrene ved universitetene uvilkårlig frembringer hindrer en videre utvikling.

Ressursene som de tre ovennevnte punktene i realiteten representerer, ser en visse behov for å knytte sammen. Adgang til den sentrale UNIVAC-ressursen er, isolert sett, tilfredsstillende gjennom det utbygde terminalnettet.

Sammenkopling av de lokale ressursene, både innbyrdes og til hovedanlegget er utilfredsstillende. Der er det allerede et behov som er antatt voksende. RUNIT vil løse dette behovet med en lokal node, som kan bygges ut med flere noder om nødvendig, til et lokalt nett. Dte vil bli benyttet pakkesvitsjing. I tillegg til hovedanlegget og terminalkonsentratoren, antas for tiden at ca. 5 lokale ressurser er interessert i en slik tilkopling.

Som nevnt ovenfor er det en lokal node (KS-500) med programsystem utviklet bl.a. ved RUNIT, som vil bli benyttet. Initielt vil topologien bli et stjernenett, men det vil være mulig å ekspandere ved installasjon av flere noder. Hittil har det vært liten grunn til å diskutere alternative løsninger basert på utstyr fra Televerket. Dersom (og når) Televerket vil tilby pakkesvitsjing i et digitalt datanett, vil et slikt tilbud bli vurdert ut fra kostnad, funksjoner, vedlikehold etc.

Som tidligere nevnt er det et begrenset behov for kjøring mot eksterne vertsanlegg, som midlertidig kan løses med programmerbare blokkterminaler, interaktive terminaler og oppringte samband. Dersom behovet for eksterne kjøring vokser, og/eller det blir avtaler mellom f.eks. offentlige datasenter som ut fra bl.a. drifts- og kostnadmessige hensyn legger grunnlaget tilrette for slike (gjensidige) kjøring, er det kun et pakkesvitsjet nett som på en tilfredsstillende og økonomisk forsvarlig måte kan ivareta et slikt behov. UNINETT-prosjektet bør gi verdifull erfaring både driftsmessig mot vertsanlegg og transmisjonsmessig for videre og sikrere planlegging mht. behov for offentlige pakkesvitsjede nett.

### 3.3 GENERELT OM UNINETT-FUNKSJONENE

I UNINETT-prosjektet skal det beskrives funksjoner for følgende to formål:

- Sammenknytning av EDB-teknisk utstyr hos institusjonene via Televerkets prøvedatanett og den eksperimentelle pakkesvitsjen.
- Etablering/videreutvikling av lokale pakkesvitsjede nett i de institusjonene som måtte ønske dette.

I begge tilfelle er det viktig at en beskrivelse lages slik at den kan brukes av andre miljøer med tilsvarende problemstillinger.

For den offentlige nett-tilknytninger må man følge de standarder som Televerket anbefaler. Det er viktig å være klar over at disse standardene også kan benyttes i lokale nett. Dermed kan man oppnå økonomiske gevinster ved at det implementeres funksjoner på utstyr som også vil finnes i lokale nett. Der lokale nett allerede er etablert, vil hovedarbeidet bestå i en tilpasning til det offentlige nettet, eventuelt bruk av standarder på høyere nivå.

I de følgende kapitlene beskrives først tilknytningene via det offentlige nettet, deretter beskrives funksjonene som ligger i en DTE (Data Terminal Equipment). Denne er abonnentens utstyr tilknyttet nettet. Det er viktig å poengtere at beskrivelsen er funksjonell, en funksjon kan være implementert i flere fysiske enheter eller en fysisk enhet kan inneholde flere funksjoner. Dette notatet sier intet om hvordan implementasjonen skal være.

### 3.4 TILKNYTNINGEN VIA DET OFFENTLIGE NETTET

Som vist i fig. 3.1 vil UNINETT-institusjonene knyttes sammen via et linjesvitsjet nett (Televerkets prøvedatanett) og en eksperimentell pakkesvitsj. Dette hører inn under Televerkets ansvarsområde.

- Transmisjonslinjene. De fysiske transmisjonslinjene mellom pakkesvitsj og DTE'er etableres gjennom Prøvedatanettet.
- Pakkesvitsj. Dette er en eksperimentell svitsj som blir plassert ved Televerkets forskningsinstitutt.
- DCE (Data Circuit-Terminating Equipment). Dette utstyret er Prøvedatanettets fysiske tilpasningsenhet mot abonnenten. I X.25 er X.25 også brukt som betegnelse på den funksjonelle enheten som tilbyr pakkesvitsj-tjenestene til abonnenten.
- Grensesnittet mellom det offentlige nettet og abonnenten skal følge forslaget til standard for pakkesvitsjing, X.25 [1].

X.25 er inndelt i 3 uavhengige funksjonsnivåer:

Nivå 1: Signaltråder

Denne delen beskriver de fysiske, elektriske, funksjonelle og prosedyremessige karakteristikk for å etablere, vedlikeholde og nedkoble den fysiske linjen mellom abonnent og pakkesvitsj.

Nivå 2: Link aksess prosedyre

Denne delen beskriver transmisjonsprosedyren som benyttes for å overføre data på linjen mellom abonnent og pakkesvitsj.

Nivå 3: Pakkenivåprosedyrer

Denne delen beskriver pakkeformater og kontrollprosedyrer for utveksling av datapakker som inneholder kontrollinformasjon og brukerdata mellom abonnent og pakkesvitsj.

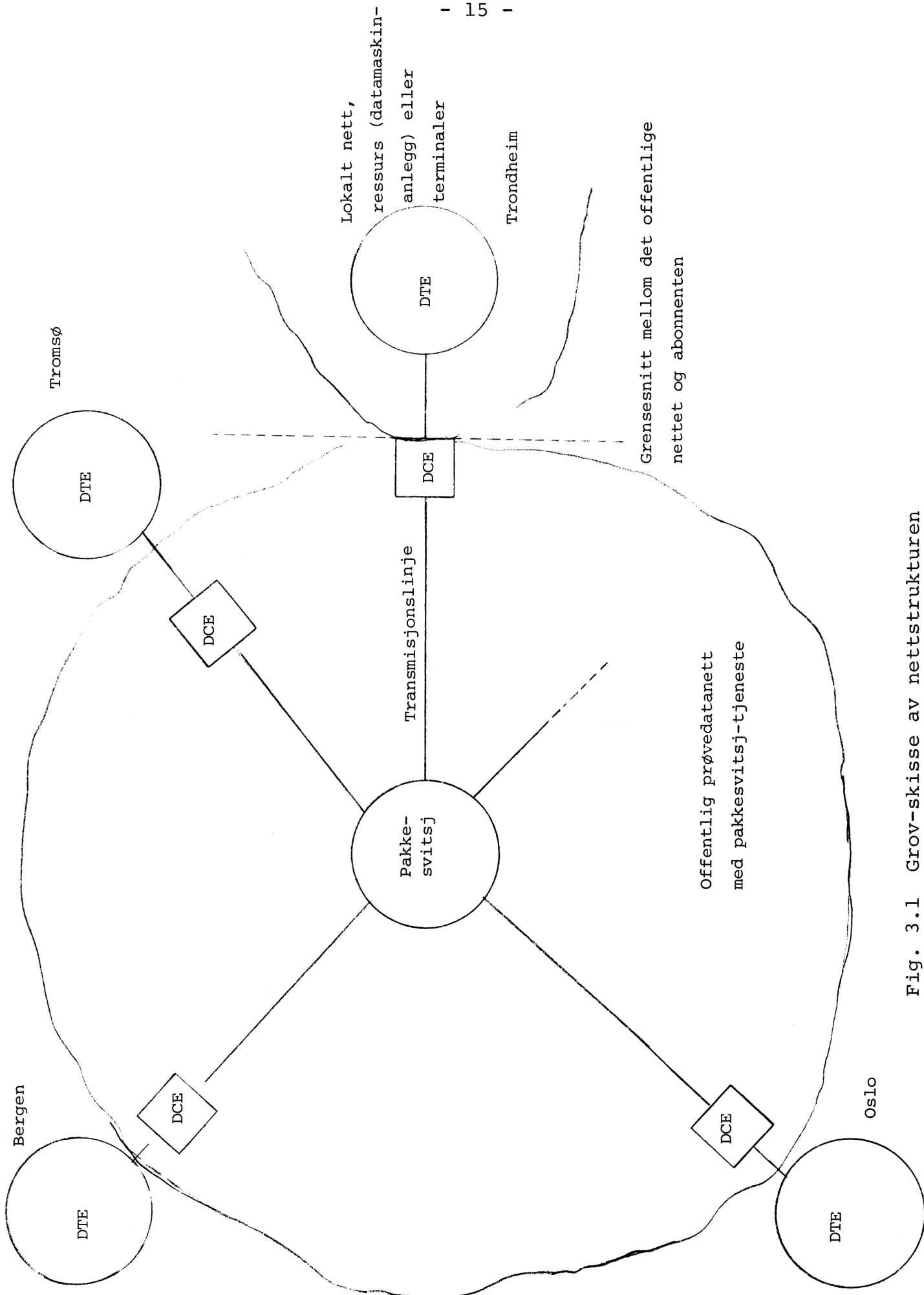


Fig. 3.1 Grov-skisse av nettstrukturen

- DTE (Data Terminal Equipment). Abonnementutstyr som må følge spesifikasjonene i X.25 ved transport av data til/fra nettet. Det settes ellers ingen krav til utstyrets kompleksitet eller øvrige funksjoner. I det mest komplekse tilfellet kan derfor en DTE være et lokalt nett.

### 3.5 FUNKSJONER I LOKALE PAKKESVITSJEDE NETT

Lokale nett vil være aktuelt i miljøer der mesteparten av trafikken er lokal og et av følgende momenter er oppfylt:

- Lokal svitsjing via det offentlige nettet vil bli dyrt.
- Det lokale knutepunktet vil kunne inneholde spesialtjenester i tillegg til svitsjing.

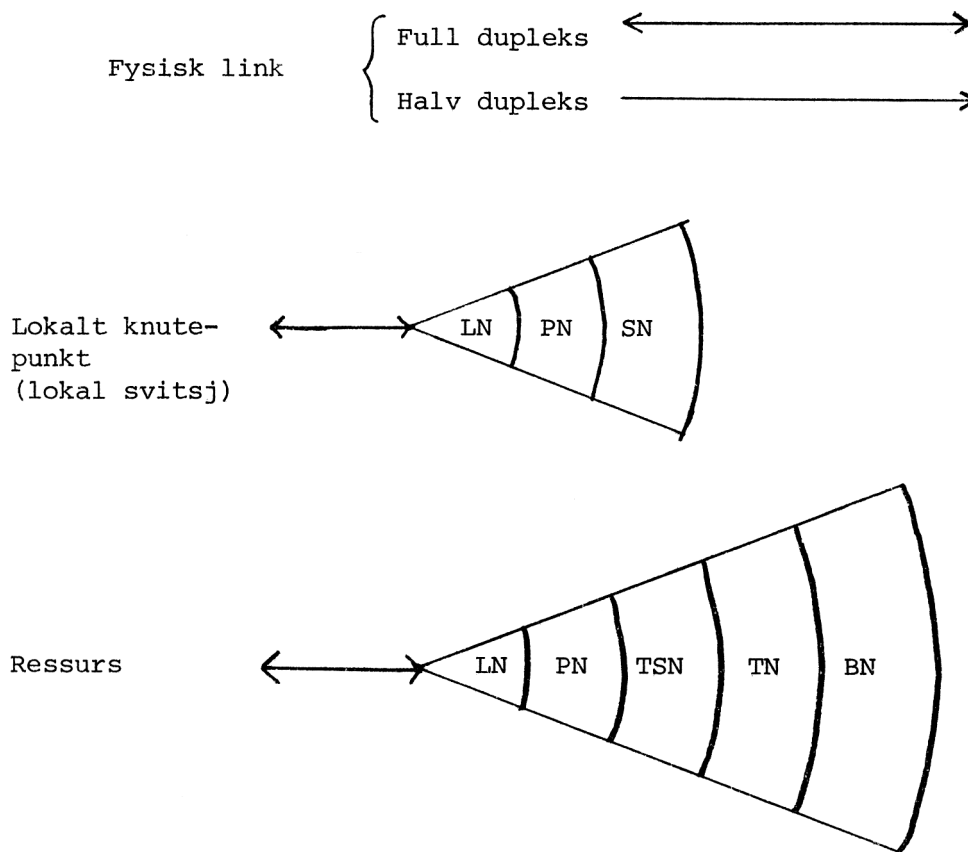
Lokale nett vil kunne variere med hensyn til type og antall funksjoner som er implementert. I det følgende er det lagt vekt på å få til et begrepsapparat og en beskrivelse som kan brukes for de fleste pakkesvitsjede nett. Det er vanlig og nyttig med en hierarkisk beskrivelse av funksjonene. Byggestenene i hierarkiet er funksjonsnivåer som er tilnærmet uavhengige av hverandre og med veldefinerte grensesnitt mellom hvert nivå. Det finnes ingen standard for en slik nivådeling og den som er brukt her tar hensyn til nivåene i X.25, fordi denne med fordel også kan benyttes i lokale pakkesvitsjede nett.

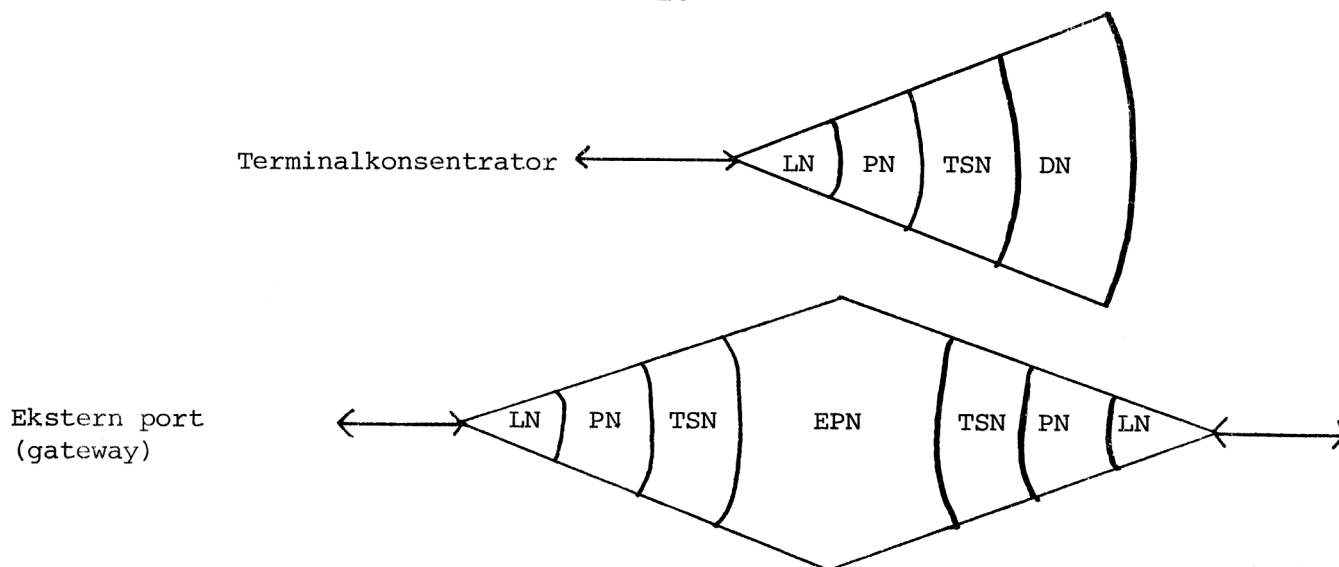
Følgende funksjoner vil kunne finnes i lokale nett:

- Transmisjon av pakker over fysiske linker. På hver link kan det gå en multiplekset strøm av pakker.
- Svitsjing av pakker. Dette skjer på grunnlag av adresseinformasjon i hver pakke. Adresser kan være en full nettverksadresse som ved datagramtjeneste eller en kortadresse som identifiserer en virtuell samtale etter oppsettingsfasen.

- Tilbud av databehandlingstjenester til potensielle brukere. Dette skjer via datamaskinanlegg som kan gi spesielle eller generelle tjenester. Anlegget kan bestå av flere datamaskiner. I det følgende vil et slikt anlegg bli betegnet ved ordet ressurs. Til en ressurs kan det være knyttet terminaler direkte (ikke via nettet).
- Mulighet for tilknytning av enkle terminaler, dvs. slike som ikke kan operere i pakkesvitsjet modus, til nettet. Den funksjonen som tillater en tilknytning vil i det følgende bli kalt terminalkonsentrator.
- Mulighet for tilknytning til andre nett, spesielt via det offentlige nettet. En slik funksjon vil bli kalt ekstern port (gateway).

Det er nyttig med en grafisk representasjon av disse funksjonene for å få et visuelt bilde av lokale nett. Følgende symboler og funksjonsnivåer vil bli brukt:





### 3.5.1 Funksjonsnivåene

Nivåene angitt foran tilbyr tjenester til nivået over (aldri nedover). Kompleksiteten av tjenestene øker etterhvert som man beveger seg vekk fra linken. Brukeren vil derfor se ett sett av tjenester som er meningsfylte for han, datanett-tjenestene på lavere nivå er bare et middel for å kunne tilby disse brukertjenestene.

#### Linknivået (LN)

Nivået tilbyr feilfri (tilnærmet) transport av data mellom to endepunkter på en fysisk link. Det stilles ingen krav til dataene. Nivået tilsvarende X.25, level 2 (Link Access Procedure).

#### Pakkenivået (PN)

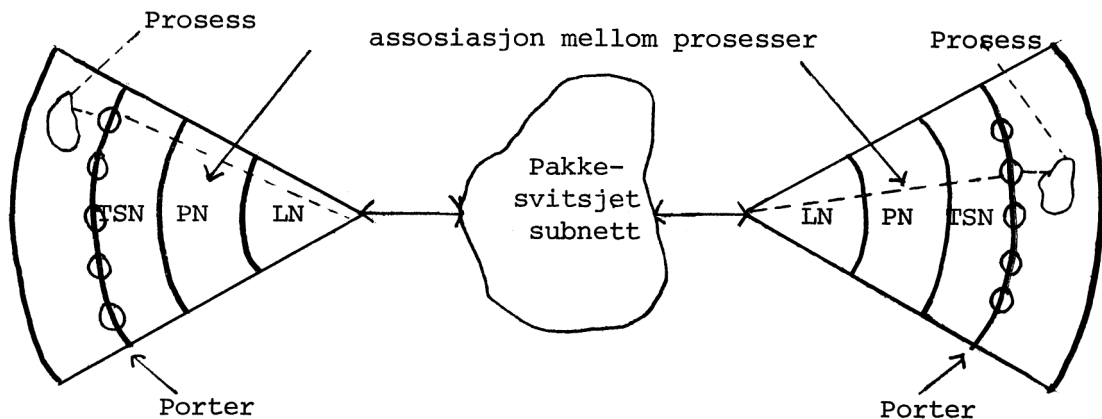
Nivået tilbyr transport av data organisert i pakker med bestemt lengde og format. Det er mulig med en multiplekset strøm av pakker fra/til forskjellig adressat over samme fysiske link. Dette kan skje ved at det tilbys virtuelle samtaler og/eller datagramtjeneste. Det stilles ingen krav til dataene i pakkene. Bortsett fra datagramtjenesten tilsvarende nivået X.25, level 3 (Pakkenivåprosedyrer). Denne tjenesten kan implementeres når CCITT utarbeider standard og hvor behovet er tilstede.

### Svitsjenivået (SN)

Dette finnes i lokale knutepunkt og sørger for at pakker rutes til riktig adressat.

### Transportstasjonsnivået (TSN)

Dette nivået finnes i ressurser, terminalkonsentratorer og eventuelt i eksterne porter. Nivået tilbyr mulighet for assosiasjon mellom to eller flere prosesser i geografisk adskilte systemer knyttet sammen via nettet. Flere uavhengige assosiasjoner kan eksistere samtidig. For å få til en assosiasjon benyttes porter. Transportstasjonen vil fra nivået over bestå av et antall porter, hver med sin bestemte nettverksadresse. Prosessene på nivået over kan knytte seg til en port og samarbeide med en annen prosess via en port i dens transportstasjon. Prosessene utveksler meldinger av mer eller mindre vilkårlig lengde og struktur. Det er transportstasjonens oppgave å sørge for at meldinger splittes i pakker og samles igjen.



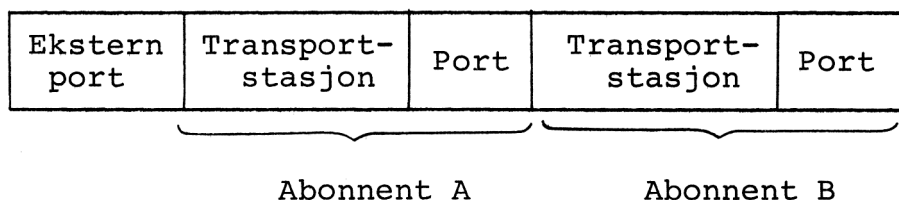
DTE	Transportstasjon	Port
-----	------------------	------

Full nettverksadresse for kommunikasjon mellom prosesser i to lokale nett knyttet sammen via det offentlige nettet.

Fig. 3.2 Transportstasjon og adressestruktur

Portene i transportstasjonen kan være delbare, dvs. flere prosesser kan benytte samme port. I de fleste tilfelle vil det være fornuftig å sette av bestemte porter til standard-tjenester som tidsdelingssystemer, filoverføring osv. Dette betyr at nivået over transportstasjonen tilbyr tjenester via faste porter.

X.25 inneholder ikke transportstasjonsnivået, den omfatter bare link- og pakkenivå. Flere av funksjonene på pakkenivået vil imidlertid være til god hjelp for transportstasjonen. Virtuell samtale-tjenesten kan brukes til å få i stand assosiasjoner mellom prosesser. I oppsettingsfasen må følgende adresse finnes i pakken som setter opp samtalen:



Denne adressen kan plasseres i "Call User Data"-feltet i X.25 pakken [1]. Det lokale knutepunktet vil på grunnlag av "ekstern port"-feltet over kunne avgjøre om pakkene skal ut via en ekstern port (gateway) til et annet nett (f.eks. det offentlige) eller om det er lokal trafikk. I det siste tilfellet svitsjes det på grunnlag av transportstasjonsadressen. Etter at den virtuelle samtalen er satt opp, vil transportstasjonen referere til assosiasjonen ved å bruke X.25's logiske kanalnummer. Dette blir en kortadresse for pakkene som følger.

Det kan reserveres flere biter for ekstern portadresse, slik at et nett kan ha flere slike porter.

### Tjenestnivået (TN)

Dette finnes i en ressurs og tilbyr tjenester som er meningsfylte for brukeren. Det kan være tjenester som:

- Interaktiv kjøring (tidsdeling)
- Satsvis kjøring
- Filoverføring
- Forenklet standardisert styrespråk
- Netthjelp, dvs. rettleiding i bruk av nettet
- Spesielle tjenester fra lavere nivå for avanserte brukere.

Denne listen over tjenester vil endre seg etter hvert som databehandlingen utvikler seg generelt. Som nevnt under transportstasjonsnivået bør tjenester tilbys mest mulig via faste porter.

### Brukernivået (BN)

Dette nivået finnes i ressurser. Her vil brukerens program som ønsker netjtjenester befinne seg.

### Drivernivået (DN)

Nivået finnes i terminalkonsentratorer og tilbyr tilknytning til nettet for ikke-standardisert terminalutstyr. Det kan være en til en korrespondanse mellom transportstasjonsport og terminal. Drivernivået vil typisk foreta lokalt ekko og samle opp tegn til meldinger.

### Ekstern portnivået (EPN)

Nivået finnes i den eksterne portfunksjonen (gateway) og sørger for at prosesser i forskjellige nett kan samarbeide. Antallet og typen nivåer under EPN vil variere avhengig av hvilke nett som skal knyttes sammen. I det mest kompliserte

tilfellet kan det tenkes at transportstasjonsnivået må være med for å få tak i meldingene før tilpasningen til det andre nettet foretas. I det tilfellet hvor det andre nettet ikke er et pakkesvitsjet nett, vil nivåinndelingen brukt her ikke være relevant.

### 3.5.2 Grensesnittene mellom funksjonsnivåene

Disse snittene skal spesifiseres i løpet av prosjektet. Det som generelt kan sies er at kommunikasjonen over snittet bør gjøres minimal. Dermed blir nivåene mest mulig uavhengige (utskiftsbare). Avgjørelser som kan tas på et lavere nivå bør tas der. Fra linknivået og oppover vil snittkommunikasjonen være køer og monitorkall til styrespråk-typen på brukernivået.

## 3.6 EKSEMPLER PÅ FUNKSJONELLE NETTSTRUKTURER

Med det etablerte begrepsapparatet er det mulig å konfigurere ulike former for nett. Figurene i det følgende gir eksempler på dette.

Fig. 3.3 viser forskjellige former for tilknytning til det offentlige nettet uten at det fins noe lokalt nett.

Fig. 3.4 viser tilknytning av et lokalt nett som benytter X.25 til det offentlige nettet.

Fig. 3.5 viser tilknytning av et lokalt pakkesvitsjet nett som ikke benytter X.25 til det offentlige nettet. Dette lokale nettet har dessuten forbindelse til et annet lokalt nett som ikke er pakkesvitsjet.

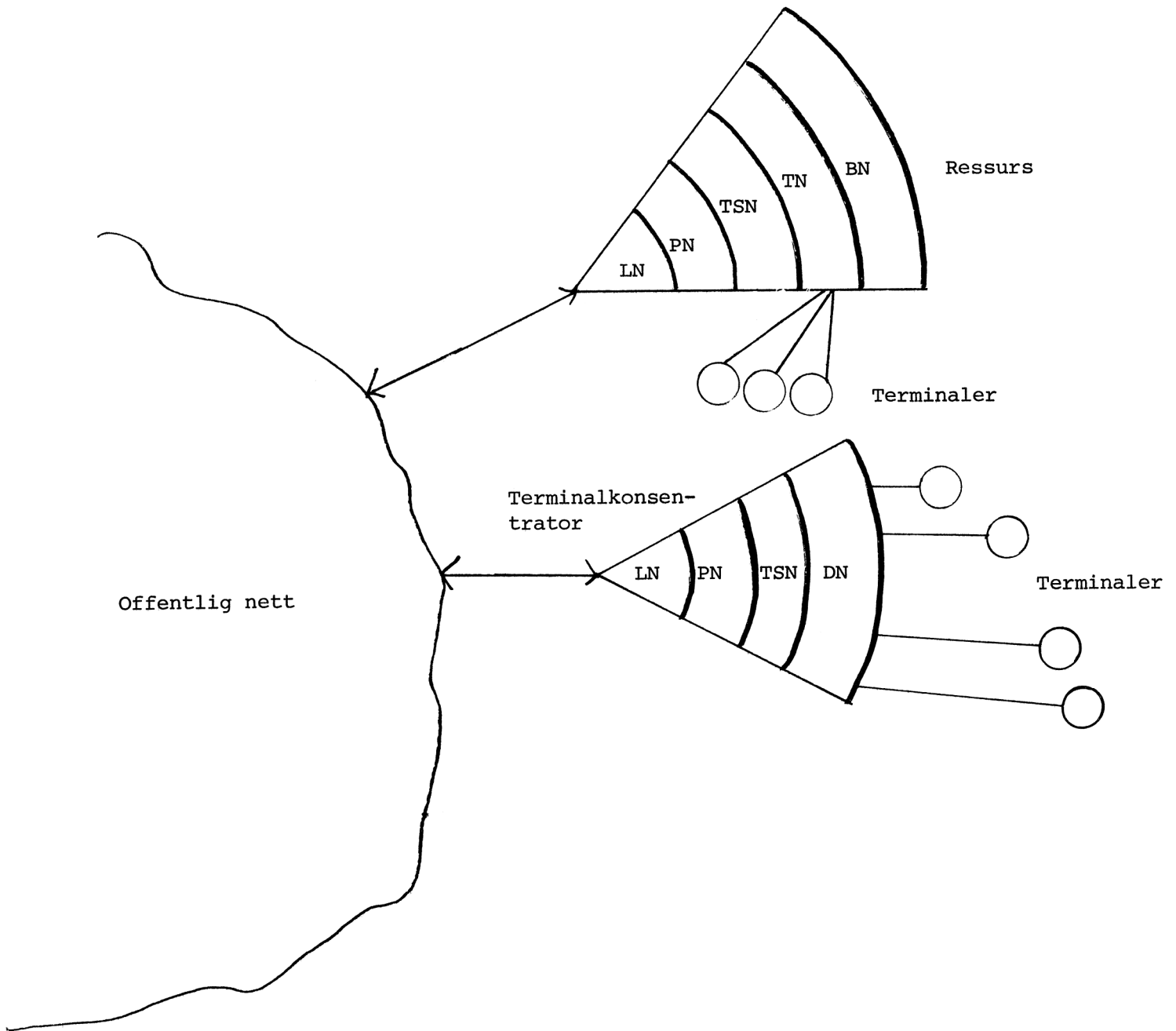


Fig. 3.3 Offentlig nett, ressurs  
terminalkonsentrator



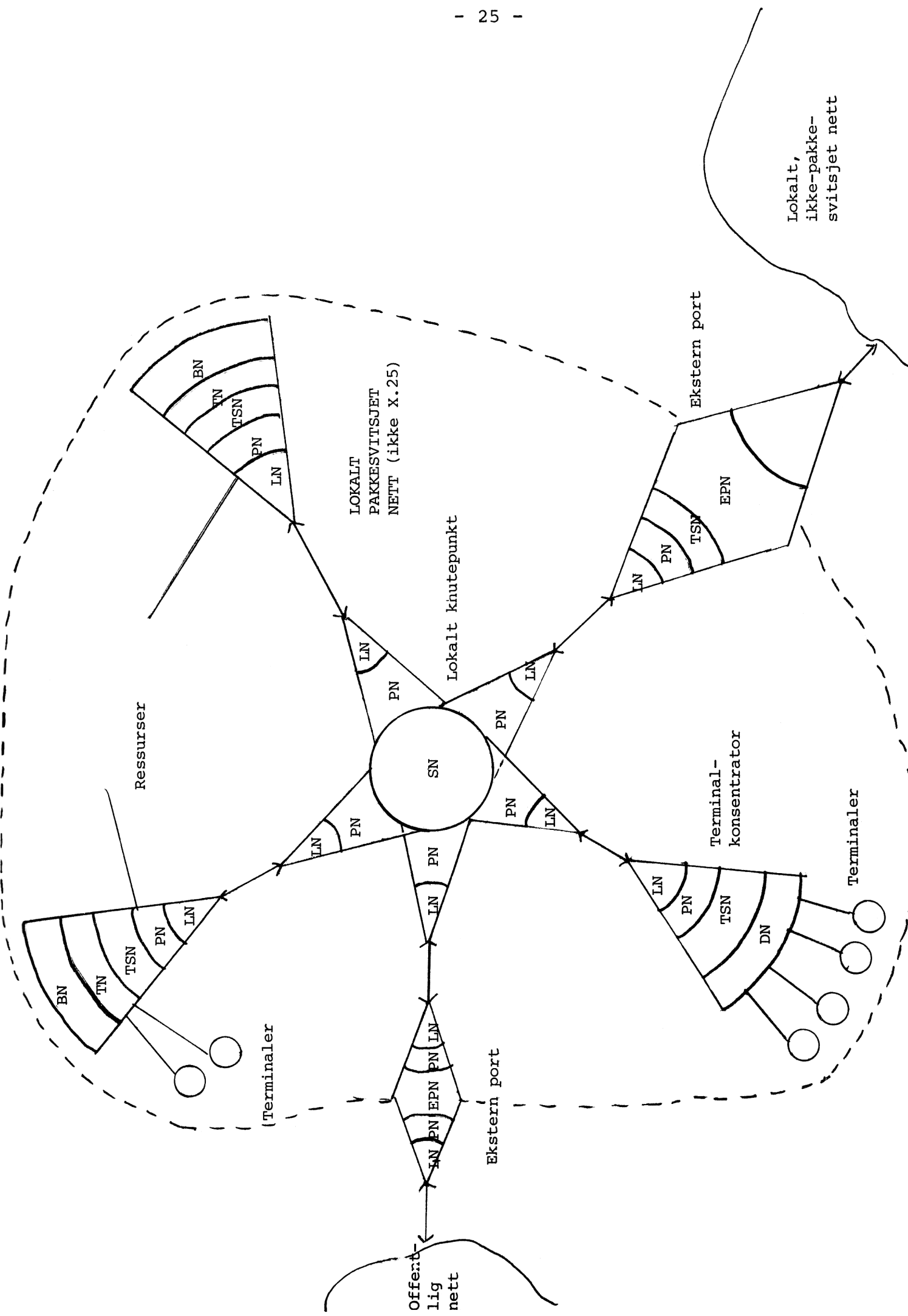


Fig. 3.5 Offentlig nett, lokalt pakkesvitsjet nett, lokalt nett uten pakkesvitsjetnett

#### 4. KONKLUSJON

Begrepsapparatet beskrevet foran gjør det mulig å beskrive aktuelle datanettfunksjoner på en rimelig entydig måte. Videre gir det samtidig en strukturering av prosjektarbeidet, idet dette skal spesifisere og implementere nivåene og grensesnittene. Mellom nivåer av samme type vil det eksistere en prosedyre for kommunikasjon. Det er tatt hensyn til X.25 ved at link- og pakkenivå er skilt.

Bruk av X.25 i det lokale nettet vil gi besparelser i tilknytningen til dette. De lokale knutepunktene vil funksjonelt bli av liknende type som i det offentlige nettet. For en del av ressursene (stormaskiner og ikke-norske småmaskiner) vil man måtte gjøre en del arbeid med X.25 tilknytningen. Det er viktig å være klar over at uansett hvilken pakkesvitsj-løsning man velger i det lokale nettet, vil man få et slikt arbeid dersom ressursene er fra forskjellige leverandører. X.25 i det lokale nettet synes derfor å være et bra valg i starten og konsekvensene av valget vil bare bli bedre og bedre ettersom tiden går og standardiseringen vinner frem.

#### REFERANSER

- [1] Draft recommendation X.25. Interface between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE) for terminals operating in the packet mode on public data networks, AP VI-No. 55-E, CCITT, Geneva 1976.

ADMINISTRATIVE ORGANIZATION OF THE UNINETT-PROJECT

EXECUTIVE COMMITTEE

Name	Institution
EDB-sjef R. Nordhagen	Computing Center at the University of Oslo, Postboks 1059, Blindern, OSLO 3
Avd.leder C. Ellingsen	Computing Center at the University of Bergen, Hermann Foss gt. 6, 5014 Bg-U
Professor K. Skog	Computing Center at the University of Tromsø, Postboks 635, 9001 TROMSØ
Secretary: Direktør K.G. Schjetne Forsker J.E. Engebretsen	Computing Center at the University of Trondheim, 7034 Trondheim - NTH
Direktør S.A. Øvergaard	Blindern-Kjeller Computer Facility Postboks 70, 2007 KJELLER
Prosjektsjef H.Klitzing	Norwegian Computing Center Forskningsveien 1B, OSLO 3
Chairman: Forskningssjef H. Bothner-By	Telecommunications Administration Research Establishment, Postboks 83, 2007 KJELLER
Avd.leder H. Eide	A/S Norsk Data Lørenvn. 57, Postboks 163, OSLO 5
Utviklingssjef G. Berge	Kongsberg Våpenfabrikk A/S Postboks 25, 3601 KONGSBERG

TECHNICAL COORDINATION GROUP

Name	Institution
Førsteamanuensis D. Belsnes	Computing Center at the University of Oslo, Postboks 1059, Blindern OSLO 3
EDB-konsulent O. Gulliksen	Computing Center at the University of Bergen, Hermann Foss gt. 6, 5014 Bg-U
Konsulent O.M. Johnsen	Computing Center at the University of Tromsø, Postboks 635, 9001 TROMSØ
Forsker J.E. Engebretsen	Computing Center at the University of Trondheim, 7034 Trondheim - NTH
Planleggingssjef A. Furu	Blindern-Kjeller Computer Facility Postboks 70 2007 KJELLER
Cand. real E. Fossum	Norwegian Computing Center Forskningsveien 1B, OSLO 3
Forsker E. Kommedal	Telecommunications Administration Research Establishment, Postboks 83, 2007 KJELLER
Avd.leder H. Eide	A/S Norsk Data Lørenvn. 57, Postboks 163, OSLO 5
Utviklingssjef G. Berge	Kongsberg Våpenfabrikk A/S Postboks 25 3601 KONGSBERG

The following UNINETT reports published up to this time (May 77) are:

- No. 1 Description of the UNINETT Functional Levels
- No. 2 Interpretation of the CCITT Recommendation X.25 Link Level Procedure
- No. 3 Implementation of the CCITT X.25 Link Level Procedure
- No. 4 Description of the Packet Level and Transport Station

If you wish an additional copy (or copies) please complete the slip below and return to UNINETT's Secretariat, RUNIT, N-7034 Trondheim-NTH-Norway.

Prices from kr. 50.- to kr. 80.-.

-----  
Please send me the following report(s) (Mark off below):

- No. 1 \_\_\_\_\_
- No. 2 \_\_\_\_\_
- No. 3 \_\_\_\_\_
- No. 4 \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_  
Address: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_