

The background of the slide features a large, faint watermark of the seal of the Politecnico di Torino. The seal is circular and contains the text "POLITECNICO DI TORINO" at the top and "1859" and "1906" at the bottom. In the center of the seal is a depiction of a building, likely the main building of the university, with a shield and other heraldic elements.

IPv6

Internet Protocol version 6

Mario Baldi

Politecnico di Torino

<http://staff.polito.it/mario.baldi>

Nota di Copyright

Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slide (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.

Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.

Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.

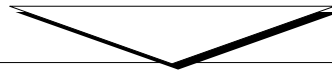
L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data dell'edizione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).

In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.

In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

Perché un nuovo IP?

Un'unica vera risposta



**Spazio di indirizzamento
più vasto**

Altre risposte

- **Utilizzare meglio le LAN**
- **Indirizzi multicast e anycast**
- **Sicurezza**
- **Policy Routing**
- **Plug and play**
- **Differenziazione traffico**
- **Mobilità**



**Importati
in IPv4**

**Perchè gli indirizzi IPv4
scarseggiano?**

Indirizzi IPv4 sono lunghi 32 bit

Circa 4 miliardi di indirizzi!!!

Tuttavia ...

Perchè gli indirizzi IPv4 scarseggiano?

**Solo parte degli indirizzi sono
assegnati alle stazioni**



Classi A, B e C



**Indirizzi che iniziano per 111
sono usati per multicast e altro**

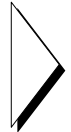
**Restano 3 miliardi e mezzo
di indirizzi!!!**

Perchè gli indirizzi scarseggiano?

Sono usati in modo gerarchico

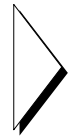


**Il prefisso usato su una rete
non può essere utilizzato su
nessun'altra**



Molti indirizzi inutilizzati

Quanti indirizzi per IPv6?



Un approccio scientifico



Efficienza dell'indirizzamento:

$$H = \frac{\log_{10} (\text{numero di indirizzi})}{\text{numero di bit}}$$

Efficienza dell'indirizzamento

→ Studio di casi concreti

→ H varia tra 0.22 e 0.26

→ Assumendo un milione di miliardi di calcolatori in rete

→ Occorrono 68 bit per il caso di efficienza minima

**Melius abundare quam
deficere**

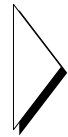


**128 bit
(16 byte)**

**655.570.793.348.866.943.898.599
indirizzi IPv6 per mq di superficie
terrestre**

Notazione

8 numeri esadecimali separati da ":"



Gruppi di 2 byte

**FEDC:BA98:0876:45FA:0562:CDAF:
3DAF:BB01**

**1080:0000:0000:0007:0200:A00C:
3423:A089**

Scorciatoie

**Si possono omettere gli zero iniziali
in ogni gruppo di cifre**

1080:0:0:7:200:A00C:3423

**Si possono sostituire gruppi di zero
con "::"**

1080::7:200:A00C:3423

Organizzazione dello spazio di indirizzamento

→ Multicast

→ **1111 1111**

→ **FFxx:...**

→ Locali

→ **Equivalenti a indirizzi privati**

→ **1111 1110 1**

→ **FExx:...**

I rimanenti indirizzi Global unicast

Organizzazione dello spazio global unicast

→ Interoperabilità con IPv4

→ 0...0 (80 bit) → 0:0:0:0:0:0:...

→ Usati in fase di transizione

→ Inindirizzi IPv4-compatible

→ Altri 16 bit a 0 → 0:0:0:0:0:0:0:...

Organizzazione dello spazio global unicast

→ Indirizzi IPv4 mapped

→ 16 bit a 1 → 0:0:0:0:0:FFFF:...

Notazione per indirizzi compatibili

Per esempio

0:0:0:0:0:0:A00:1

→ Notazione compatta

→ ::A00:1

→ Notazione speciale

→ ::10.0.0.1

Aggregatable global unicast

→ Iniziano per 001

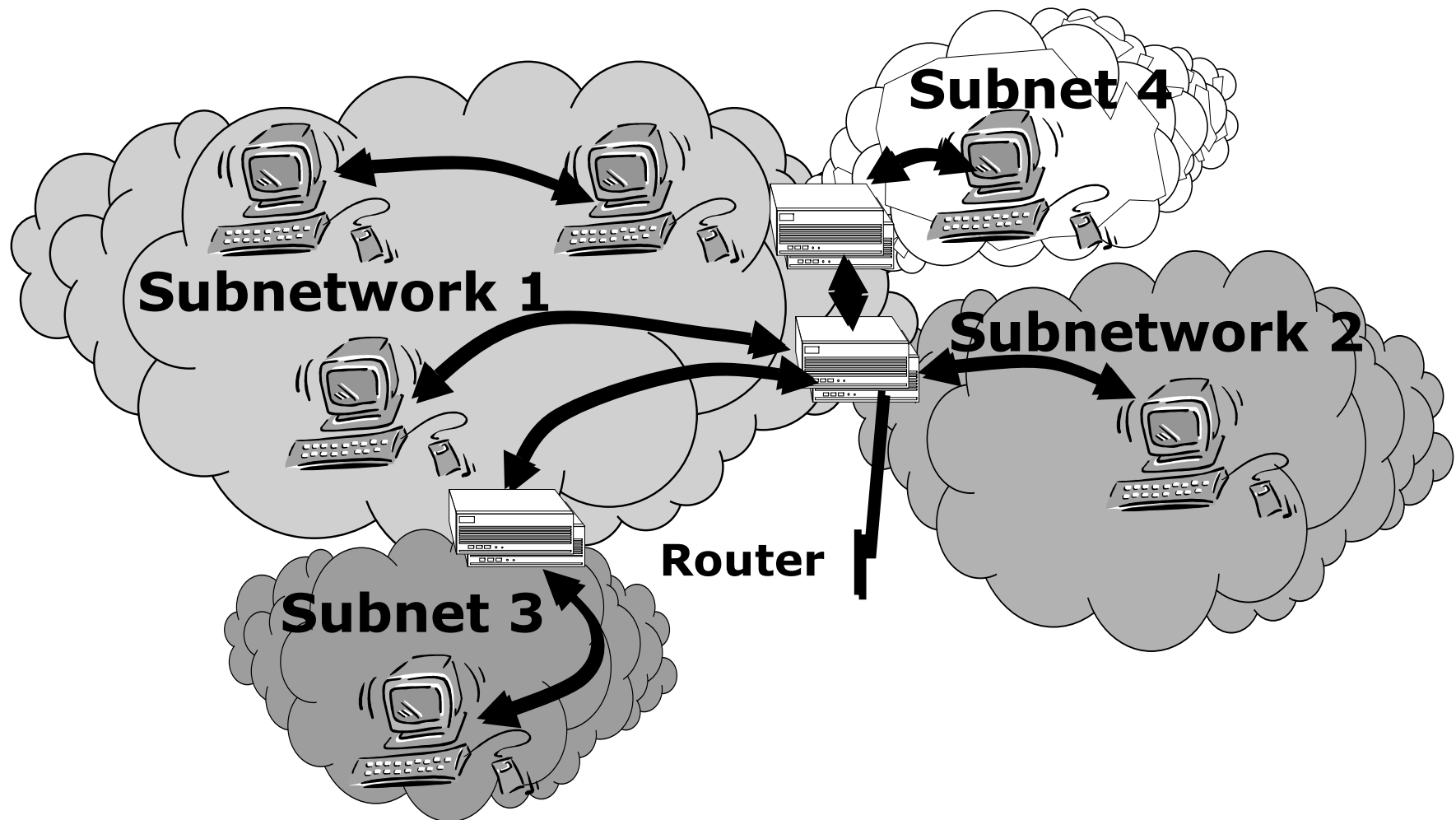
→ Assegnati in base alla topologia

→ Gerarchia di service provider

→ Assicura buona aggregazione

**Gli altri indirizzi sono riservati
per altri tipi di assegnamento**

Stesso paradigma di routing di IPv4



Struttura degli indirizzi

prefisso

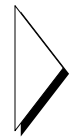
**identificatore
interfaccia**

Stessi criteri di assegnazione degli indirizzi di IPv4

(terminologia leggermente diversa)



I nodi con lo stesso prefisso costituiscono una sottorete (subnetwork)



Una rete fisica si chiama link

Subnetwork \equiv link

Stessi criteri di assegnazione degli indirizzi di IPv4

- Stazioni on-link hanno stesso prefisso**
 - Comunicano direttamente**
- Stazioni off-link hanno prefissi differenti**
 - Comunicano tramite router**

Prefissi

**La coppia indirizzo/netmask
è sostituita dal "Prefix"**

**Indirizzo/N, dove N è la lunghezza
in bit del prefisso**



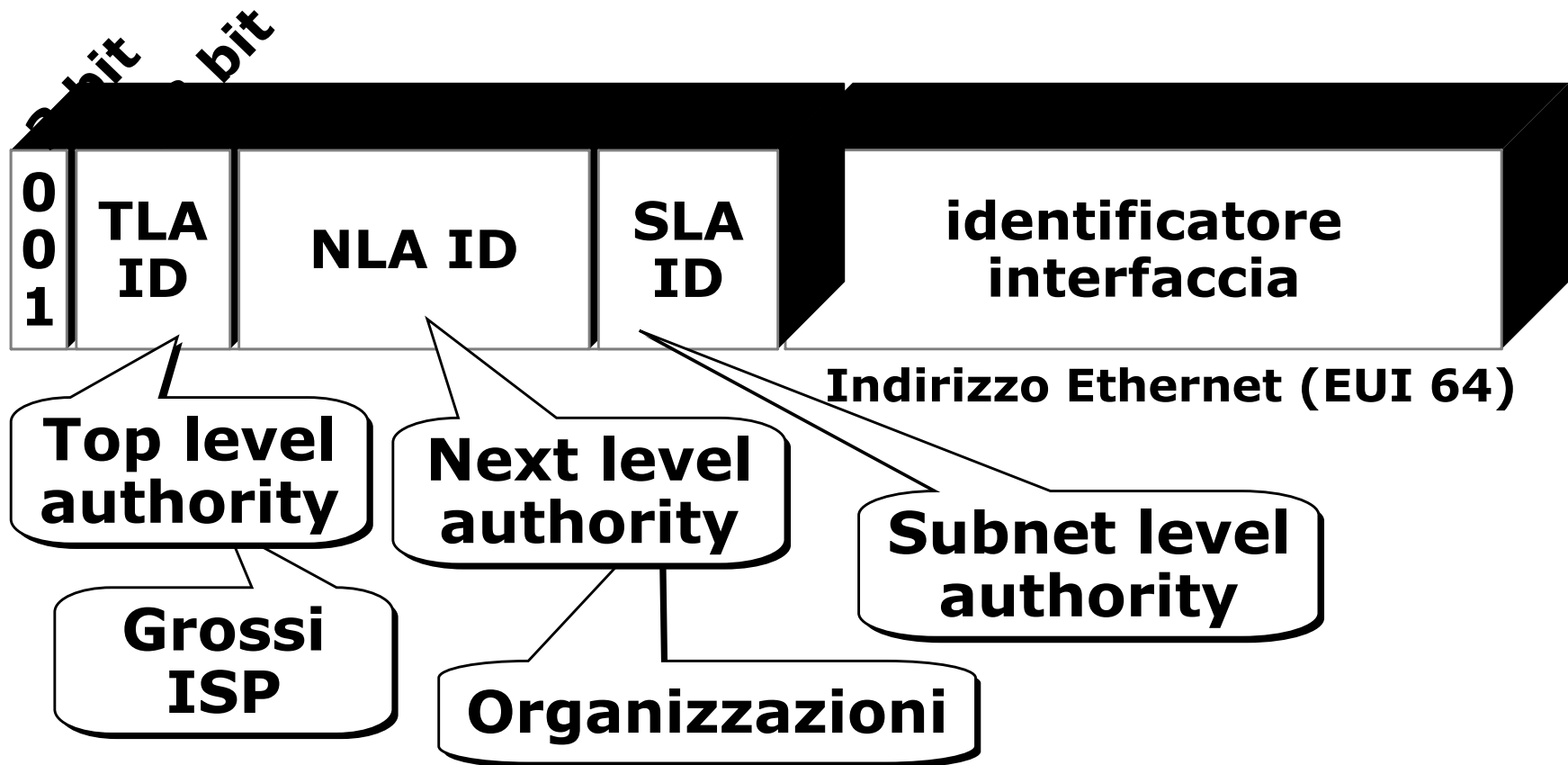
FEDC:0123:8700::/36



**111111011011100
00000001001000111000**

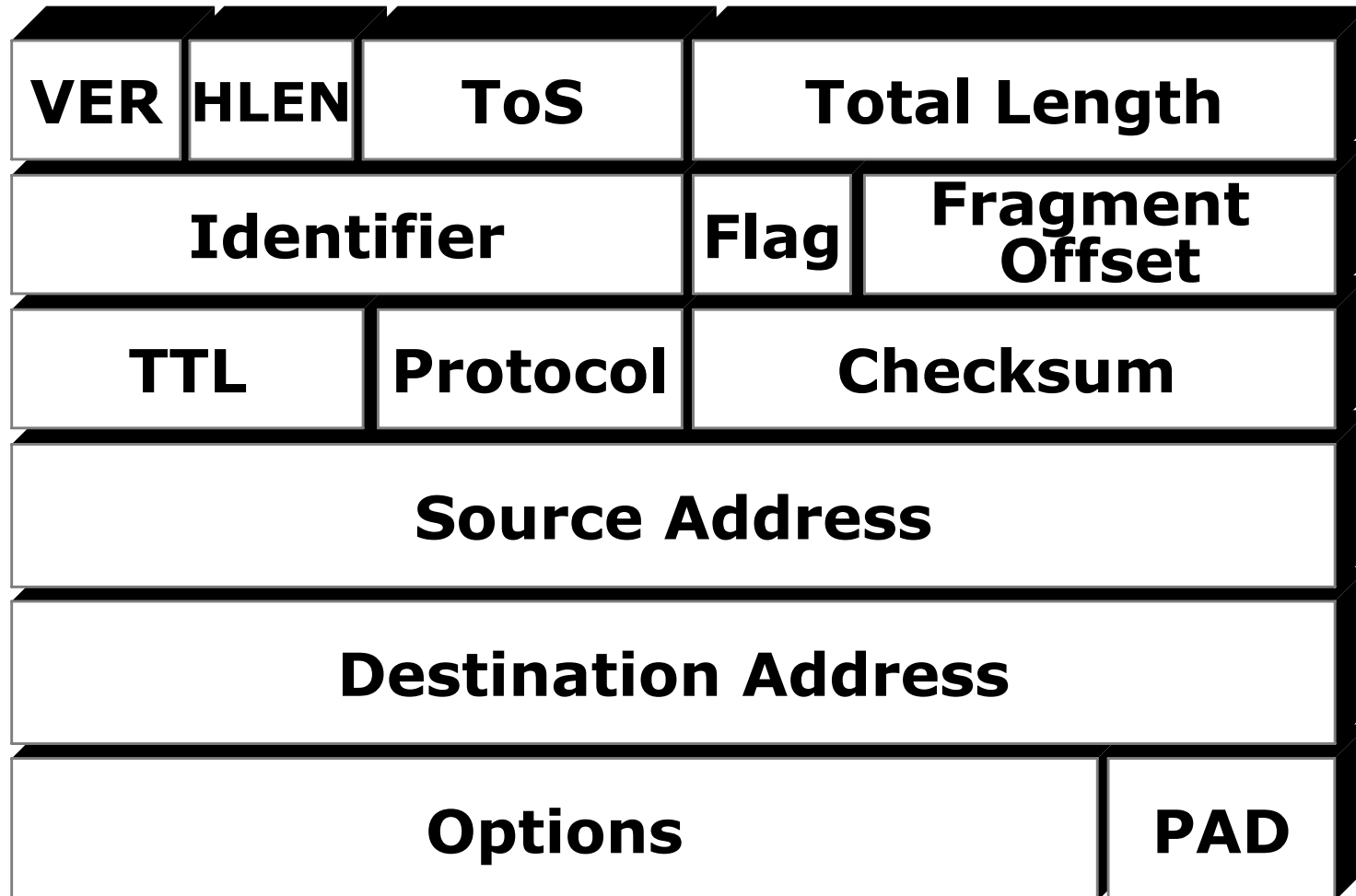
**Non esistono
le classi**

Assegnazione degli indirizzi

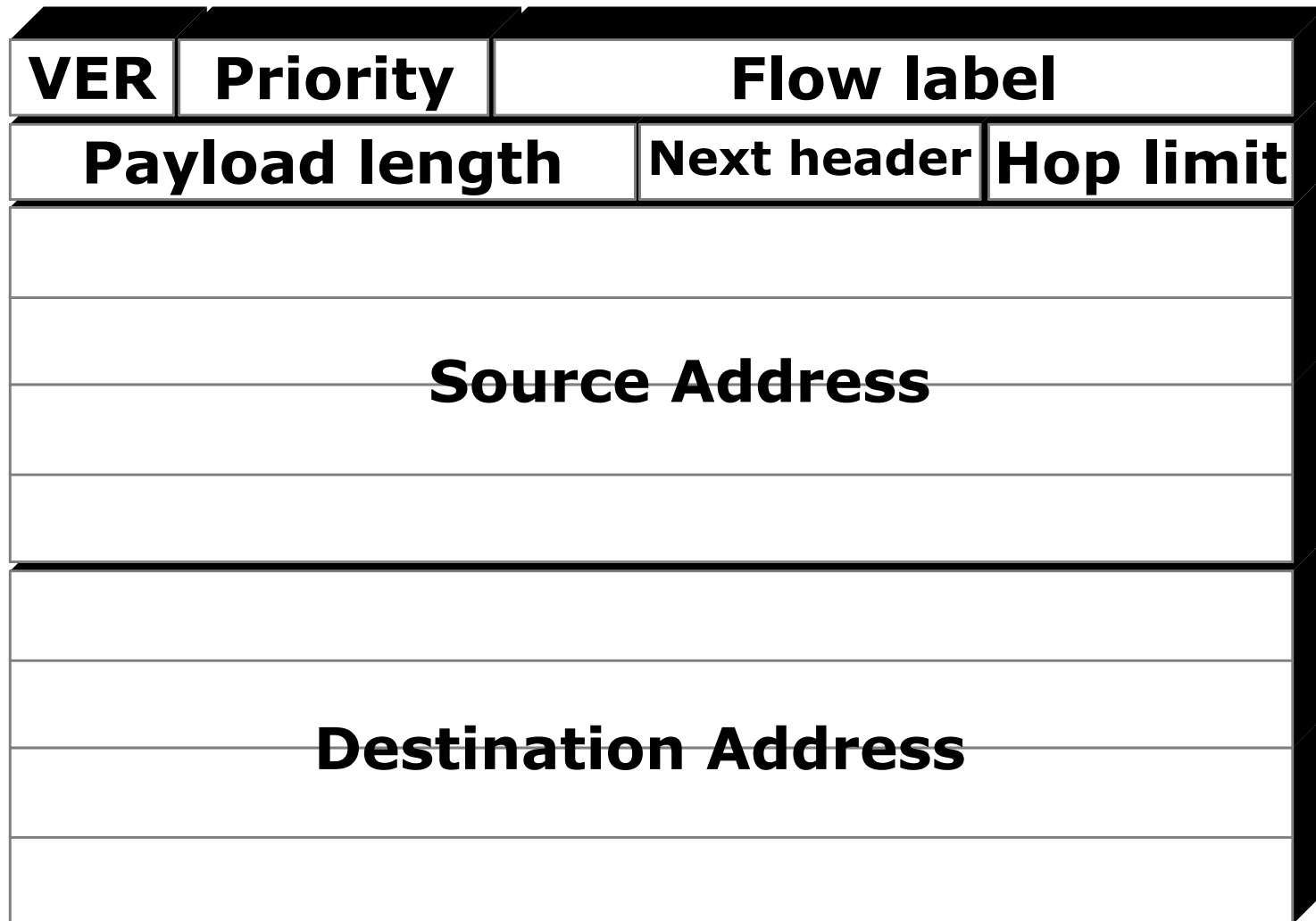


Ri-numerazione automatica

Ricordate l'intestazione IPv4?



Ecco quella IPv6



Intestazione IPv6

**Struttura semplice
e lunghezza fissa**



40 byte, 6 campi

Intestazione IPv6

Eliminazione di campi

→ Poco utili → checksum

→ Non usati in ogni pacchetto

→ Frammentazione

→ Opzioni

→ Per esempio source routing

Intestazioni aggiuntive (extension header)

→ Aggiunti quando servono

**→ Non elaborati inutilmente
per ogni pacchetto**

Cosa cambia nell'architettura protocollare?

→ IP

→ ICMP

→ ARP

→ Integrato in ICMP

→ IGMP

→ Integrato in ICMP

Cosa va aggiornato pur non cambiando

→ **TCP e UDP**

→ **L'interfaccia socket**

→ **Il DNS**

→ **RIP e OSPF**

→ **BGP e IDRP**



**In barba
ai modelli
a strati**

Plug and Play

Problemi

➤ **Dentist Office**

➤ **Thousand computers on the dock**

Soluzione: autoconfigurazione

➤ **Stateless: senza server**

➤ **Statefull: server DHCP**

Transizione da IPv4 a IPv6

→ Approccio dual-stack

→ IPv6 come nuovo protocollo,
non semplicemente variante

→ Generare/riceve pacchetti v6
o v4 a seconda della necessità

→ Tunneling

→ Meccanismi di traduzione

Reti isolate

Stazioni
dual-stack

IPv4

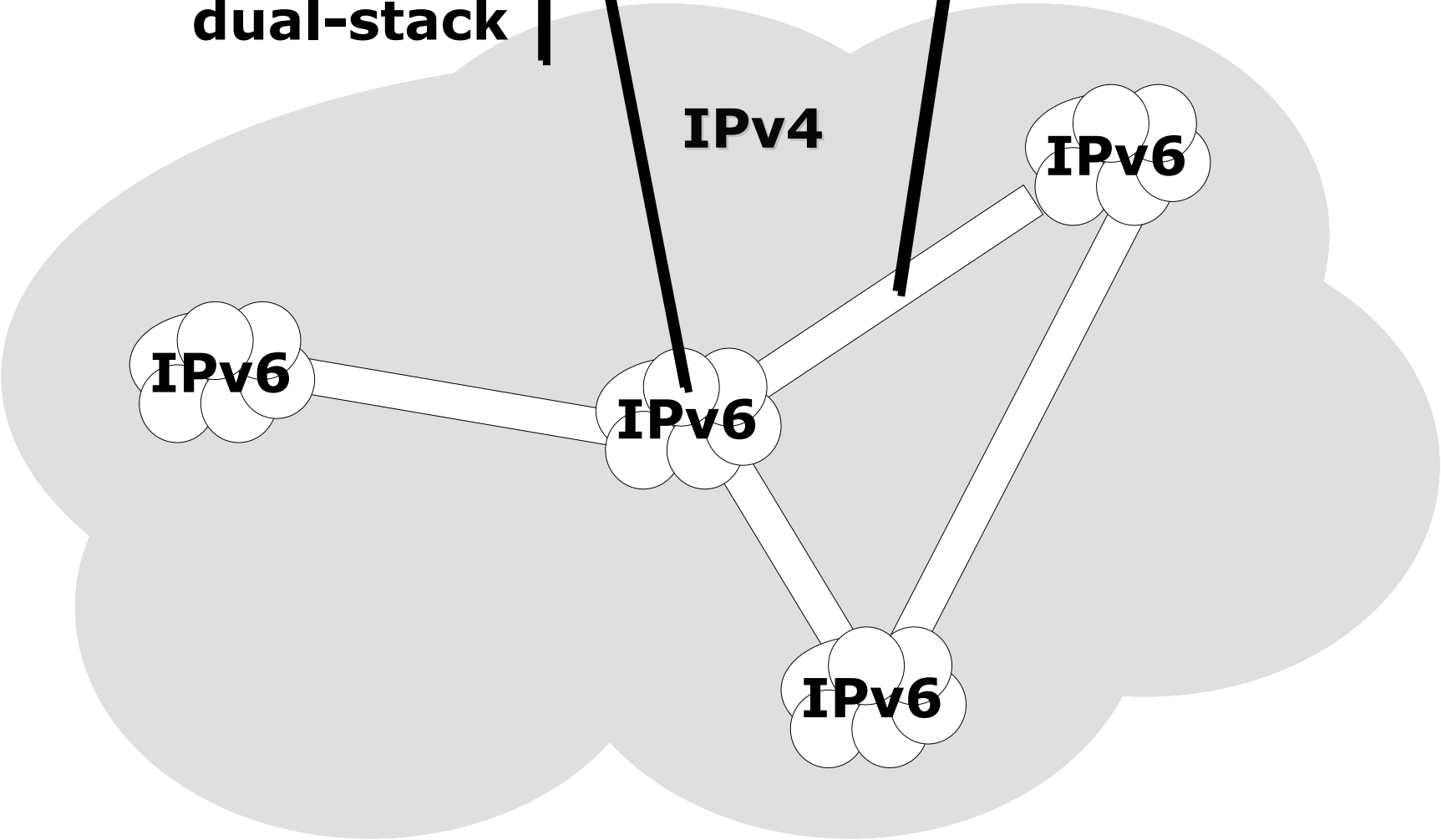
Tunnel
IPv6 in IPv4

IPv6

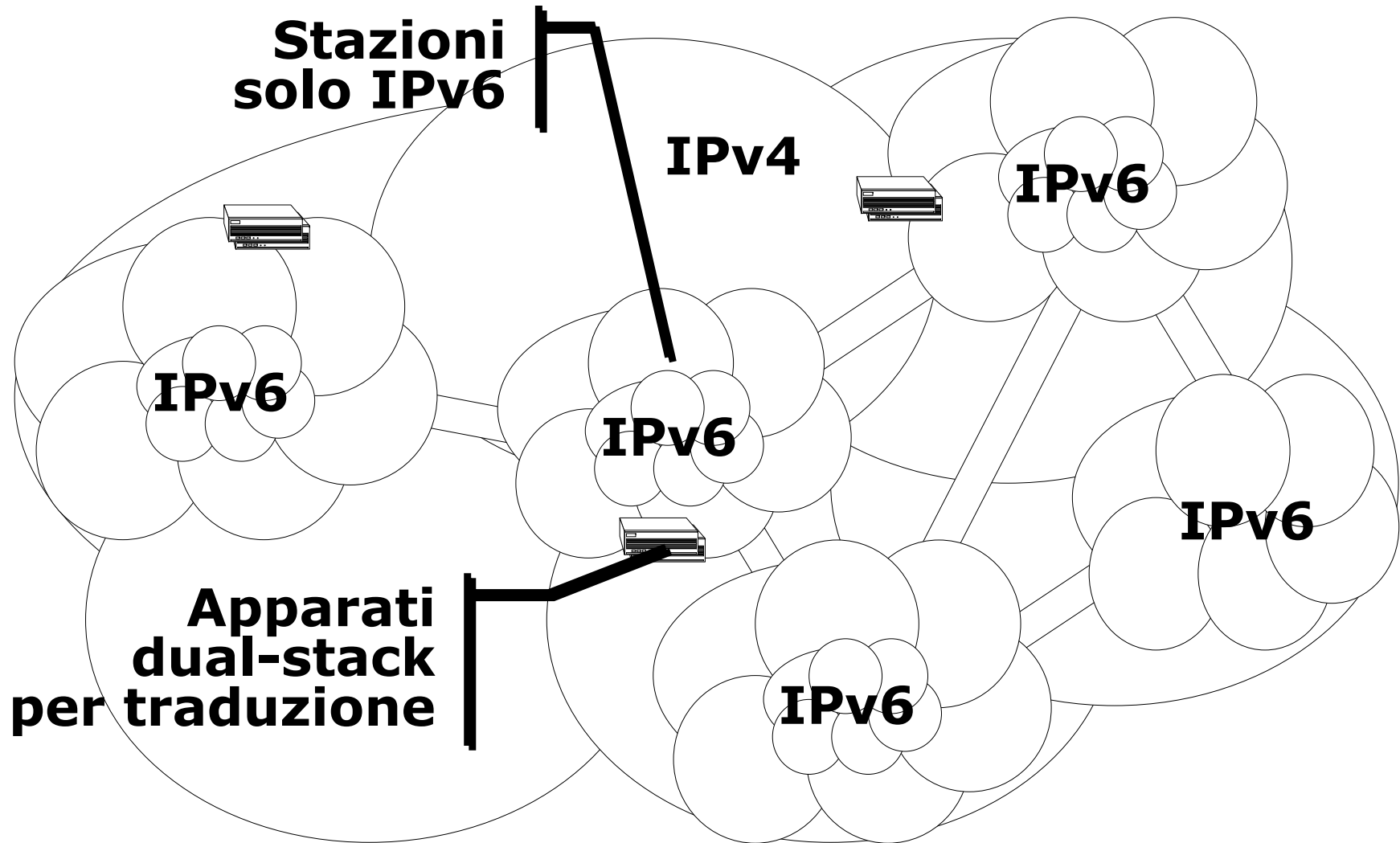
IPv6

IPv6

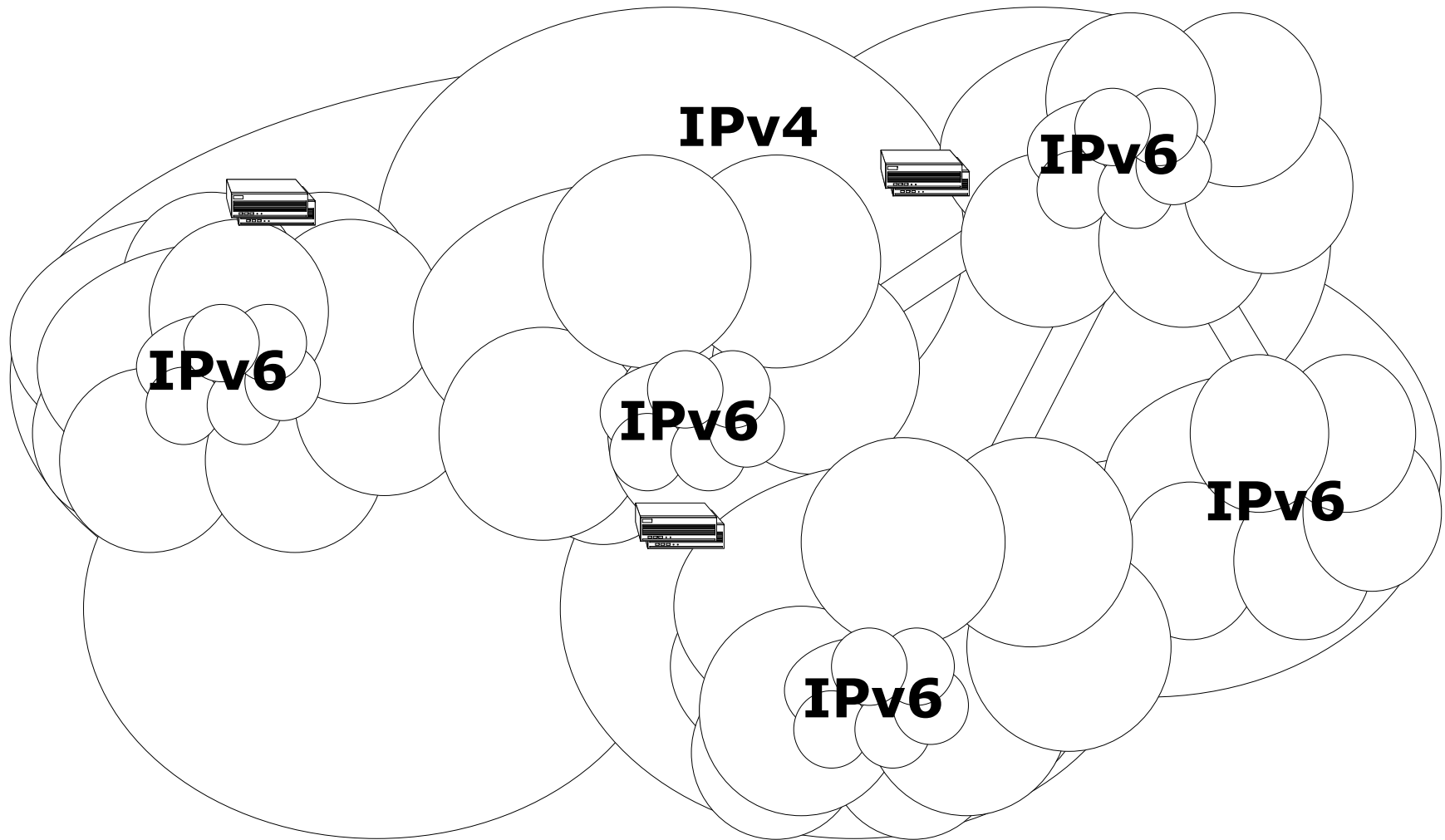
IPv6



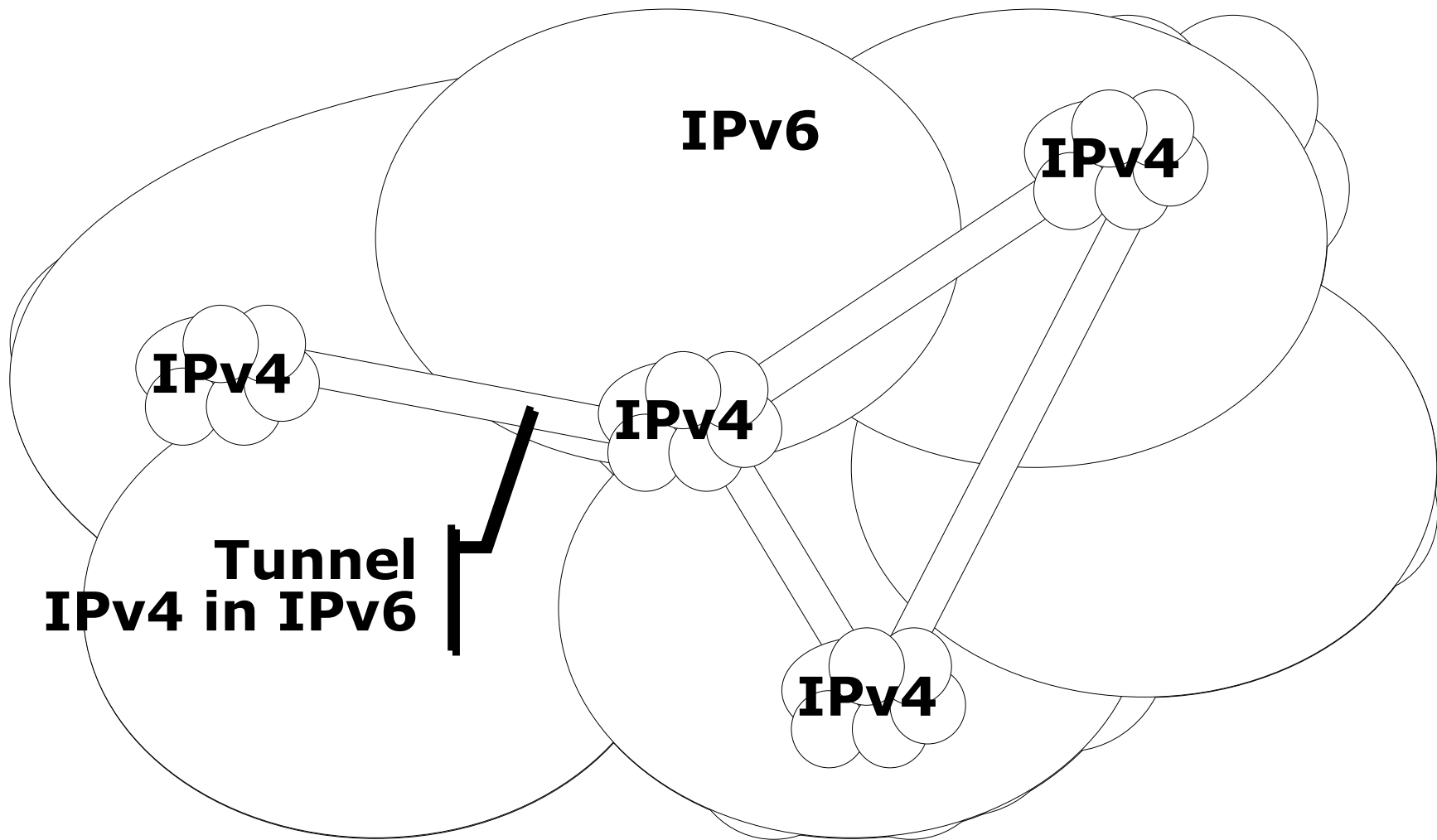
Crescita delle isole IPv6



Connettività nativa IPv6



Fino al giorno del giudizio (doomsday)



Siamo pronti?

→ Esistono le specifiche

→ Dal 1996

→ Implementato sui router

→ Anche se meno stabili di IPv4

→ Non tutte le funzionalità

**→ Prime realizzazioni hardware
(Layer 3 switch)**

Siamo pronti?

→ Implementato per le stazioni

→ Windows 2000 e XP

→ Unix, FreeBSD, Linux

→ Poche applicazioni

→ Qualche malfunzionamento

Ma quando avverrà?

- Larga base di installato IPv4**
- Unica vera giustificazione per IPv6: spazio di indirizzamento**
- La necessità è stata mitigata**
 - Assegnazione cauta**
 - Indirizzamento privato**
 - NAT e proxy**

E allora, non ci serve IPv6?

→ Soluzioni di compromesso

→ Non valide per ogni applicazione
→ Interazione con meccanismi di sicurezza

→ Non valide per i server
→ Sono pochi → indirizzo pubblico

**Limiti accettabili
fintanto che ...**

Un possibile scenario

Abbiamo moltissimi server



**Stazioni che devono essere
contattabili da altre**

Un possibile scenario

I server si muovono



**Mobilità richiede maggior
uso di indirizzi**

**Reti cellulari di terza
generazione**